

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT / J Boh / 02552.

REC'D 29 NOV 2004

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 8月21日

出願番号
Application Number: 特願2003-208264
[ST. 10/C]: [JP2003-208264]

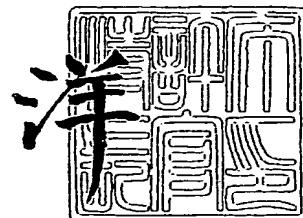
出願人
Applicant(s): 日産自動車株式会社
新日本石油株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年10月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3098067

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM03-00056

【提出日】 平成15年 8月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C23C 16/27
F01L 1/20
F16H 53/06

【発明者】

【住所又は居所】 フランス国 69380 シャゼ ダデルグユ ルー
クロ シャプユイ 21

【氏名】 ジャン ミシェル マルタン

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市中区千鳥町8番地 新日本石油株式会社
内

【氏名】 竹島 茂樹

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市中区千鳥町8番地 新日本石油株式会社
内

【氏名】 小西 正三郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会
社内

【氏名】 加納 眞

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会
社内

【氏名】 馬淵 豊

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 石川 貴朗

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 上野 貴文

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 中村 清隆

【特許出願人】

【住所又は居所】 フランス国 69380 シャゼ ダデルグユ ルー
クロ シャプユイ 21

【住所又は居所原語表記】 21 rue clos chapuis 69380 Chazay d'azergue
s France

【氏名又は名称】 ジャン ミシェル マルタン

【氏名又は名称原語表記】 Jean Michel Martin

【国籍】 フランス

【特許出願人】

【識別番号】 000004444

【氏名又は名称】 新日本石油株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代表者】 カルロス ゴーン

【代理人】

【識別番号】 100102141

【弁理士】

【氏名又は名称】 的場 基憲

【電話番号】 03-5840-7091

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 061067

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810101

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 低摩擦摺動機構、低摩擦剤組成物及び摩擦低減方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 DLCコーティング摺動部材 (A) と摺動部材 (B) とがなす摺動面に、含酸素有機化合物 (C) 又は低摩擦剤組成物 (D) を介在させた低摩擦摺動機構であって、

上記 DLCコーティング摺動部材 (A) が、基材にダイヤモンドライクカーボンを被覆して成り、

上記摺動部材 (B) が、金属材料、非金属材料及びこれらの表面に薄膜を被覆したコーティング材料から成る群より選ばれた少なくとも 1 種の材料を用いて成り、

上記含酸素有機化合物 (C) が、分子内に酸素を有し、

上記低摩擦剤組成物 (D) が、当該含酸素有機化合物 (C) を含有して成る、ことを特徴とする低摩擦摺動機構。

【請求項 2】 上記 DLCコーティング摺動部材 (A) が、水素を含まない a-C系のダイヤモンドライクカーボンを被覆して成ることを特徴とする請求項 1 に記載の低摩擦摺動機構。

【請求項 3】 上記摺動部材 (B) において、上記金属材料が、鉄系材料、アルミニウム合金材料及びマグネシウム合金系材料から成る群より選ばれた少なくとも 1 種の材料であり、上記コーティング材料が DLC、TiN 及び CrN から成る群より選ばれた少なくとも 1 種の材料を被覆して成ることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の低摩擦摺動機構。

【請求項 4】 上記 DLCが、水素を含まない a-C系のダイヤモンドライクカーボンであることを特徴とする請求項 3 に記載の低摩擦摺動機構。

【請求項 5】 上記含酸素有機化合物 (C) が、アルコール類、カルボン酸類、エステル類、エーテル類、ケトン類、アルデヒド類、カーボネート類及びこれらの誘導体から成る群より選ばれた少なくとも 1 種のものであることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 つの項に記載の低摩擦摺動機構。

【請求項 6】 上記低摩擦剤組成物 (D) が、当該 (D) の使用時に、液状

、グリース状又はワックス状である媒体と上記含酸素有機化合物（C）を含有して成ることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 つの項に記載の低摩擦摺動機構。

【請求項 7】 上記媒体が潤滑剤であることを特徴とする請求項 6 に記載の低摩擦摺動機構。

【請求項 8】 請求項 1～7 のいずれか 1 つの項に記載の低摩擦摺動機構に使用する低摩擦剤組成物であって、

分子内に酸素を有する含酸素有機化合物を含有することを特徴とする低摩擦剤組成物。

【請求項 9】 ダイヤモンドライクカーボンを被覆して成る DLC コーティング摺動部材（A）と、金属材料、非金属材料及びこれらの表面に薄膜を被覆して成るコーティング材料から成る群より選ばれた少なくとも 1 種の材料を用いた摺動部材（B）とがなす摺動面に、分子内に酸素を有する含酸素有機化合物（C）又は当該含酸素有機化合物（C）を含有する低摩擦剤組成物（D）を供給し、潤滑にすることを特徴とする摩擦低減方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、低摩擦摺動機構、低摩擦剤組成物及び摩擦低減方法に係り、更に詳細には、例えば、内燃機関や駆動系伝達機関などにおける種々の摺動面の摩擦特性を向上させ得る低摩擦摺動機構、低摩擦剤組成物及び摩擦低減方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

地球全体の温暖化、オゾン層の破壊など地球規模での環境問題が大きくクローズアップされ、とりわけ地球全体の温暖化に大きな影響があると言われている CO₂ 削減については各国でその規制値の決め方をめぐって大きな関心を呼んでいる。

CO₂ 削減については機械・装置等の摩擦損失によるエネルギー損失の低減、特に自動車の燃費の削減を図ることが大きな課題の一つであり、摺動材料と潤滑

剤との果たす役割は大きい。

摺動材料における役割としては、エンジンの摺動部位の中で摩擦摩耗環境が苛酷な部位に対して耐摩耗性に優れかつ低い摩擦係数を発現することであり、最近では種々の硬質薄膜材料の適用が進んできている。一般の DLC 材料は、空气中、潤滑油非存在下における摩擦係数が、TiN や CrN といった耐摩耗性の硬質被膜材料と比べて低いことから低摩擦摺動材料として期待されている。

【0003】

また、潤滑油における省エネルギー対策、例えばエンジンの燃費対策としては、①低粘度化による、流体潤滑領域における粘性抵抗及びエンジン内の攪拌抵抗の低減、②最適な摩擦調整剤と各種添加剤の配合による混合及び境界潤滑領域下での摩擦損失の低減、が提言されている。例えば、摩擦調整剤として MoDTC や MoDTP といった有機 Mo 化合物を中心とした多くの研究がなされており、従来の鋼材料からなる摺動面においては、使用開始初期に優れた低摩擦係数を示す有機 Mo 化合物を配合した潤滑油組成物が適用され、効果を上げていた。

【0004】

一方、空气中において低摩擦特性に優れる一般の DLC 材料は、潤滑油存在下においては、その摩擦低減効果が小さいことが報告されており（例えば非特許文献 1）、また、この摺動材料に有機モリブデン化合物を含有する潤滑油組成物を適用したとしても摩擦低減効果が十分発揮されないことがわかってきた（例えば非特許文献 2）。

【0005】

【非特許文献 1】

日本トライボロジー学会予稿集・東京 1999. 5, p11-12, 加納 他

【0006】

【非特許文献 2】

World Tribology Congress 2001. 9, Vienna, Proceeding p342, Kano et. al.

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このような従来技術の有する課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、様々な用途下で存在する摺動面に極めて優れた低摩擦特性を発揮でき、特に、従来の鋼材料と有機Mo化合物との組合せより更に優れた低摩擦特性を有する低摩擦摺動機構、低摩擦剤組成物及び摩擦低減方法を提供することにある。

【0008】**【課題を解決するための手段】**

本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意検討を重ねた結果、少なくとも一方がDLC材料である摺動部材と特定の化合物の組合せが、従来の潤滑理論からは到底実現しえない程の極めて優れた低摩擦特性を示すことを見出し、本発明を完成するに至った。

【0009】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の低摩擦摺動機構及び低摩擦剤組成物について、更に詳細に説明する。なお、本明細書において「%」は、特記しない限り質量百分率を示す。

【0010】

かかる低摩擦摺動機構は、DLCコーティング摺動部材(A)と摺動部材(B)とを摺動させる際に、これら摺動部材がなす摺動面に含酸素有機化合物(C)又はこれを含有する低摩擦剤組成物(D)を介在させて成る。これより、DLC部材と摺動部材とが従来よりも極めて低摩擦で摺動する。

【0011】

ここで、上記DLCコーティング摺動部材(A)に用いられるDLC(ダイヤモンドカーボン)材は、炭素元素を主として構成された非晶質であり、炭素同士の結合形態がダイヤモンド構造(SP^3 結合)とグラファイト結合(SP^2 結合)の両方から成る。具体的には、炭素元素だけから成るa-C(アモルファスカーボン)、水素を含有するa-C:H(水素アモルファスカーボン)、及びチタン(Ti)やモリブデン(Mo)等の金属元素を一部に含むMeCが挙げられる。本発明の低摩擦摺動機構では、上記DLC材は大幅な摩擦低減効果の発

揮の面から、水素を含まない a-C 系材料から成ることが好適である。

また、上記 DLC コーティング摺動部材 (A) に用いられる基材としては、例えば浸炭鋼、焼入鋼、アルミニウム等の非鉄金属などを使用できる。

【0012】

また、上記摺動部材 (B) の構成材料としては、特に制限はないが、具体的には鉄系材料、アルミニウム系材料、マグネシウム系材料、チタン系材料等の金属材料等が挙げられる。特に、鉄系材料、アルミニウム系材料及びマグネシウム系材料は、既存の機械・装置等の摺動部に適用しやすく、また、様々な分野で幅広く省エネルギー対策に貢献できる点で好ましい。

更に、上記摺動部材 (B) の構成材料としては、樹脂、プラスチック及びカーボン等の非金属材料を使用することもできる。

更にまた、これら金属材料や非金属材料に各種の薄膜コーティングを施した材料も有用である。

【0013】

上記鉄系材料としては、特に制限はなく、高純度の鉄だけでなく、各種の鉄系合金 (ニッケル、銅、亜鉛、クロム、コバルト、モリブデン、鉛、ケイ素又はチタン、及びこれらを任意に組み合わせたもの等) を使用することができる。具体的には、例えば浸炭鋼 SCM420 や SCr420 (JIS) などを挙げることができる。

また、上記アルミニウム系材料としては、特に制限はなく、高純度のアルミニウムだけでなく、各種のアルミニウム系合金を使用することができる。具体的には、例えばシリコン (Si) を 4~20%、銅 (Cu) を 1.0~5.0% 含む亜共晶アルミニウム合金又は過共晶アルミニウム合金等を用いることが望ましい。アルミニウム合金の好適例としては、例えば AC2A、AC8A、ADC12 及び ADC14 (JIS) 等を挙げることができる。

【0014】

また、上記摺動部材 (B) のうち、各種コーティングを施した金属材料としては、特に制限はないが、具体的には、各種金属系材料、例えば、上記鉄系材料、アルミニウム系材料、マグネシウム系材料又はチタン系材料等に、TiN、Cr

N等、又は上記DLC材料等を表面に薄膜コーティングを施した金属系材料を挙げることができ、中でも上記DLC材料をコーティングした金属材料であることが好ましい。更に、このDLC材料は、水素を含まないa-C系のダイヤモンドライクカーボンであることがより好ましい。

【0015】

また、上記DLCコーティング摺動部材(A)及び摺動部材(B)(例えば、金属材料又は各種薄膜コーティングを施した当該金属材料)のそれぞれの表面粗さRaは、 $0.1\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.08\mu\text{m}$ 以下であることが摺動の安定性の面から好適である。 $0.1\mu\text{m}$ を超えると局部的にスカuffingを形成し、摩擦係数の大幅向上となることがある。

【0016】

更に、上記DLCコーティング摺動部材(A)は、表面硬さが、マイクロビッカース硬さ(10g荷重)でHv1000~3500、DLC膜厚が $0.3\sim 2.0\mu\text{m}$ であることが好ましい。なお、DLCコーティング摺動部材(A)の表面硬さ及び厚さが上記範囲から外れるとHv1000未満、厚さ $0.3\mu\text{m}$ 未満では摩滅し易くなり、逆にHv3500、厚さ $2.0\mu\text{m}$ を超えると剥離し易くなり、鉄基部材の表面硬さが上記から外れるとHRC45未満では高面圧下で座屈し剥離し易くなることがある。

また、上記摺動部材(B)に鉄系材料を用いる場合、その表面硬さは、ロックウェル硬さで、Cスケールで、HRC45~60であることが好ましい。この場合は、カムフォロワー部材のように700MPa程度の高面圧下の摺動条件においても、膜の耐久性を維持できるので有効である。

更に、上記摺動部材(B)がアルミニウム系材料を用いる場合、その表面硬さが、ブリネル硬さHB80~130であることが好ましい。アルミニウム系材料の表面硬さが上記から外れるとHB80未満ではアルミニウム系材料が摩耗し易くなることがある。

更にまた、上記摺動部材(B)が薄膜コーティングを施した金属材料を用いる場合、特にDLC材料をコーティングした金属材料より成る場合、その表面硬さが、マイクロビッカース硬さ(10g荷重)でHv1000~3500、DLC

膜厚が0.3～2.0 μm であることが好ましい。表面硬さ及び厚さが上記範囲から外れるとHv1000未満、厚さ0.3 μm 未満では摩滅し易くなり、逆にHv3500、厚さ2.0 μm を超えると剥離し易くなることがある。

【0017】

上記DLCコーティング摺動部材(A)及び摺動部材(B)から成る摺動面としては、含酸素有機化合物(C)又はこれを含む低摩擦剤組成物(D)を介在させるときに、2つの摺動表面が接触する摺動面であれば何ら限定なく使用できる。例えば、4サイクルや2サイクルエンジン等の内燃機関の摺動部(例えば動弁系、ピストン、ピストンリング、ピストンスカート、シリンダライナ、コンロッド、クランクシャフト、ベアリング、軸受け、メタル、ギヤー、チェーン、ベルト、オイルポンプ等)を始め、駆動系伝達機構(例えばギヤー等)やハードディスクドライブの摺動部、その他摩擦条件が厳しく、低摩擦性が要求される様々な摺動面が対象となる。これらの摺動面において、少なくとも一方の摺動部材にDLCコーティングを施し、含酸素有機化合物を供給するだけで、従来に比べてより潤滑し、極めて優れた低摩擦特性が得られるので有効である。

例えば、内燃機関の動弁系における好の実施様態としては、鉄鋼材料の基盤にDLCをコーティングした円盤状のシムやリフター冠面と、低合金チルド鋳鉄、浸炭鋼又は調質炭素鋼、及びこれらの任意の組合せに係る材料を用いたカムロブからなる摺動面などが挙げられる。

【0018】

一方、本発明の低摩擦摺動機構における上記含酸素有機化合物(C)は、分子中に酸素を含む有機化合物であれば特に制限はない。例えば、炭素、水素及び酸素から成る含酸素有機化合物であっても良いし、分子中にこれら以外の元素、例えば、窒素、硫黄、ハロゲン(フッ素、塩素等)、リン、ホウ素、金属等を含む含酸素有機化合物であっても良い。特に、DLCコーティング摺動部材(A)と摺動部材(B)がなす摺動面の摩擦をより低減できる点からは、ヒドロキシル基を有し、炭素、水素及び酸素から成る含酸素有機化合物及びその誘導体が好適である。また、ヒドロキシル基は2つ以上有することがより好ましい。上記と同様の理由で、硫黄含有量の少ない、又は硫黄を含有しない含酸素有機

化合物であることがより好ましい。

なお、ここでいう「誘導体」とは、代表的には、炭素、水素及び酸素から成る含酸素有機化合物に、例えば、窒素含有化合物、リン含有化合物、硫黄や硫黄含有化合物、ホウ素含有化合物、ハロゲン元素やハロゲン元素含有化合物、金属元素や金属含有化合物等（有機、無機を問わない）を反応させて得られる化合物等が挙げられ、特に制限はない。

【0019】

また、上記含酸素有機化合物（C）としては、具体的には、例えば、ヒドロキシル基、カルボキシル基、カルボニル基等を有する化合物、エステル結合、エーテル結合を有する化合物等（これらは2種以上の基又は結合を有していても良い）が挙げられ、ヒドロキシル基、カルボキシル基、カルボニル基、エステル結合から選ばれる基又は結合を1つ又は2つ以上有することが好ましく、ヒドロキシル基、カルボキシル基、エステル結合から選ばれる基又は結合を1つ又は2つ以上有する含酸素有機化合物であることがより好ましく、ヒドロキシル基又はカルボキシル基から選ばれる基を1つ又は2つ以上有する含酸素有機化合物であることが更に好ましく、ヒドロキシル基を1つ又は2つ以上有する含酸素有機化合物であることが特に好ましい。

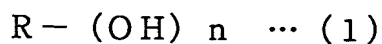
【0020】

より具体的には、①アルコール類、②カルボン酸類、③エステル類、④エーテル類、⑤ケトン類、⑥アルデヒド類、⑦カーボネート類（これらは、ヒドロキシル基、カルボキシル基、カルボニル基、エステル結合、エーテル結合から選ばれる1種又は2種以上の基又は結合を更に有していても良い）、及びこれらの誘導体、並びにこれらの任意の混合物等が挙げられる。

【0021】

ここで、①アルコール類は、次の一般式（1）

【0022】



【0023】

で表される含酸素有機化合物であり、ヒドロキシル基を1つ又は2つ以上有する

化合物が例示できる。

【0024】

アルコール類 (①) としては、具体的に、例えば以下のものが挙げられる。

- ・ 1価アルコール類 (①-1)
- ・ 2価のアルコール類 (①-2)
- ・ 3価以上のアルコール類 (①-3)
- ・ 上記3種のアルコール類のアルキレンオキサイド付加物 (①-4)
- ・ 上記4種のアルコール類から選ばれる1種又は2種以上の混合物 (①-5)

【0025】

上記1価アルコール類 (①-1) は、ヒドロキシル基を分子中に1つ有するものであり、例えば、メタノール、エタノール、プロパノール (1-プロパノール、2-プロパノール)、ブタノール (1-ブタノール、2-ブタノール、2-メチル-1-プロパノール、2-メチル-2-プロパノール)、ペンタノール (1-ペンタノール、2-ペンタノール、3-ペンタノール、2-メチル-1-ブタノール、3-メチル-1-ブタノール、3-メチル-2-ブタノール、2-メチル-2-ブタノール、2, 2-ジメチル-1-プロパノール)、ヘキサノール (1-ヘキサノール、2-ヘキサノール、3-ヘキサノール、2-メチル-1-ペンタノール、2-メチル-2-ペンタノール、2-メチル-3-ペンタノール、3-メチル-1-ペンタノール、3-メチル-2-ペンタノール、3-メチル-3-ペンタノール、4-メチル-1-ペンタノール、4-メチル-2-ペンタノール、2, 3-ジメチル-1-ブタノール、2, 3-ジメチル-2-ブタノール、3, 3-ジメチル-1-ブタノール、3, 3-ジメチル-2-ブタノール、2-エチル-1-ブタノール、2, 2-ジメチルブタノール)、ヘプタノール (1-ヘプタノール、2-ヘプタノール、3-ヘプタノール、2-メチル-1-ヘキサノール、2-メチル-2-ヘキサノール、2-メチル-3-ヘキサノール、5-メチル-2-ヘキサノール、3-エチル-3-ペンタノール、2, 2-ジメチル-3-ペンタノール、2, 3-ジメチル-3-ペンタノール、2, 4-ジメチル-3-ペンタノール、4, 4-ジメチル-2-ペンタノール、3-メチル-1-ヘキサノール、4-メチル-1-ヘキサノール、5-メチル-1-ヘキサノール

ル、2-エチルペンタノール)、オクタノール(1-オクタノール、2-オクタノール、3-オクタノール、4-メチル-3-ヘプタノール、6-メチル-2-ヘプタノール、2-エチル-1-ヘキサノール、2-プロピル-1-ペンタノール、2, 4, 4-トリメチル-1-ペンタノール、3, 5-ジメチル-1-ヘキサノール、2-メチル-1-ヘプタノール、2, 2-ジメチル-1-ヘキサノール)、ノナノール(1-ノナノール、2-ノナノール、3, 5, 5-トリメチル-1-ヘキサノール、2, 6-ジメチル-4-ヘプタノール、3-エチル-2, 2-ジメチル-3-ペンタノール、5-メチルオクタノール等)、デカノール(1-デカノール、2-デカノール、4-デカノール、3, 7-ジメチル-1-オクタノール、2, 4, 6-トリメチルヘプタノール等)、ウンデカノール、ドデカノール、トリデカノール、テトラデカノール、ペンタデカノール、ヘキサデカノール、ヘプタデカノール、オクタデカノール(ステアリルアルコール等)、ノナデカノール、エイコサノール、ヘンエイコサノール、トリコサノール、テトラコサノール等の炭素数1~40の1価アルキルアルコール類(これらアルキル基は直鎖状であっても分枝状であっても良い);エテノール、プロペノール、ブテノール、ヘキセノール、オクテノール、デセノール、ドデセノール、オクタデセノール(オレイルアルコール等)等炭素数2~40の1価アルケニルアルコール類(これらアルケニル基は直鎖状であっても分枝状であっても良く、また、二重結合の位置も任意である);シクロペンタノール、シクロヘキサノール、シクロヘプタノール、シクロオクタノール、メチルシクロペンタノール、メチルシクロヘキサノール、ジメチルシクロヘキサノール、エチルシクロヘキサノール、プロピルシクロヘキサノール、ブチルシクロヘキサノール、ジメチルシクロヘキサノール、シクロペンチルメタノール、シクロヘキシルメタノール(1-シクロヘキシルエタノール、2-シクロヘキシルエタノール等)、シクロヘキシルエタノール、シクロヘキシルプロパノール(3-シクロヘキシルプロパノール等)、シクロヘキシルブタノール(4-シクロヘキシルブタノール等)、ブチルシクロヘキサノール、3, 3, 5, 5-テトラメチルシクロヘキサノール等の炭素数3~40の1価(アルキル)シクロアルキルアルコール類(これらアルキル基は直鎖状であっても分枝状であっても良く、また、アルキル基、ヒドロキシル基の置換位

置も任意である) ; フェニルアルコール、メチルフェニルアルコール (o-クレゾール、m-クレゾール、p-クレゾール)、クレオソール、エチルフェニルアルコール、プロピルフェニルアルコール、ブチルフェニルアルコール、ブチルメチルフェニルアルコール (3-メチル-6-tert-ブチルフェニルアルコール等)、ジメチルフェニルアルコール、ジエチルフェニルアルコール、ジブチルフェニルアルコール (2, 6-ジ-tert-ブチルフェニルアルコール、2, 4-ジ-tert-ブチルフェニルアルコール等)、ジブチルメチルフェニルアルコール (2, 6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェニルアルコール等)、ジブチルエチルフェニルアルコール (2, 6-ジ-tert-ブチル-4-エチルフェニルアルコール等)、トリブチルフェニルアルコール (2, 4, 6-トリ-tert-ブチルフェニルアルコール等)、ナフトール (α -ナフトール、 β -ナフトール等)、ジブチルナフトール (2, 4-ジ-tert-ブチル- α -ナフトール等) 等の (アルキル) アリールアルコール類 (これらアルキル基は直鎖状であっても分枝状であっても良く、また、アルキル基、ヒドロキシル基の置換位置も任意である) 等; 6-(4-オキシ-3, 5-ジ-tert-ブチル-アニリノ)-2, 4-ビス-(n-オクチル-チオ)-1, 3, 5-トリアジン等及びこれらの混合物等が挙げられる。

【0026】

これら1価アルコール類においては、DLCコーティング摺動部材(A)と摺動部材(B)から成る摺動面の摩擦をより低減できる点、及び揮発性が低く高温条件(例えば内燃機関等の摺動条件)においても摩擦低減効果を発揮できる点から、オレイルアルコール、ステアシルアルコール等の炭素数12~18の直鎖又は分枝のアルキルアルコール類やアルケニルアルコール類を使用するのがより好ましい。

【0027】

また、上記2価アルコール(①-2)としては、具体的には、ヒドロキシル基を分子中に2つ有するものであり、例えば、エチレングリコール、ジエチレングリコール、ポリエチレングリコール、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、ポリプロピレングリコール、ネオペンチルグリコール、1, 3-プロパ

ンジオール、1, 4-ブタンジオール、1, 2-ブタンジオール、2-メチルー1, 3-プロパンジオール、1, 5-ペンタンジオール、1, 6-ヘキサンジオール、2-エチルー2-メチルー1, 3-プロパンジオール、2-メチルー2, 4-ペンタンジオール、1, 7-ヘプタンジオール、2-メチルー2-プロピルー1, 3-プロパンジオール、2, 2-ジエチルー1, 3-プロパンジオール、1, 8-オクタンジオール、1, 9-ノナンジオール、2-ブチルー2-エチルー1, 3-プロパンジオール、1, 10-デカンジオール、1, 11-ウンデカンジオール、1, 12-ドデカンジオール、1, 13-トリデカンジオール、1, 14-テトラデカンジオール、1, 15-ヘプタデカンジオール、1, 16-ヘキサデカンジオール、1, 17-ヘプタデカンジオール、1, 18-オクタデカンジオール、1, 19-ノナデカンジオール、1, 20-イコサデカンジオール等の炭素数2~40のアルキル又はアルケニルジオール類（これらアルキル基又はアルケニル基は直鎖状でも分枝状でも良く、アルケニル基の二重結合の位置は任意であり、ヒドロキシル基の置換位置も任意である）；シクロヘキサンジオール、メチルシクロヘキサンジオール等の（アルキル）シクロアルカンジオール類（アルキル基は直鎖状でも分枝状でも良く、アルキル基、ヒドロキシル基の置換位置は任意である）、ベンゼンジオール（カテコール等）、メチルベンゼンジオール、エチルベンゼンジオール、ブチルベンゼンジオール（*p*-*tert*-ブチルカテコール等）、ジブチルベンゼンジオール（4, 6-ジ-*tert*-ブチルーレゾルシン等）、4, 4'-チオビス-（3-メチルー6-*tert*-ブチルーフェノール）、4, 4'-ブチリデンビス-（3-メチルー6-*tert*-ブチルーフェノール）、2, 2'-メチレンビス-（4-メチルー6-*tert*-ブチルーフェノール）、2, 2'-チオビス-（4, 6-ジ-*tert*-ブチルーレゾルシン）、2, 2'-メチレンビス（4-エチルー6-*tert*-ブチルーフェノール）、4, 4'-メチレンビス-（2, 6-ジ-*tert*-ブチルーフェノール）、2, 2'-（3, 5-ジ-*tert*-ブチルー4-ヒドロキシ）プロパン、4, 4'-シクロヘキシリデンビス-（2, 6-ジ-*tert*-ブチルーフェノール）、等の炭素数2~40の2価（アルキル）アリアルアルコール類（アルキル基は直鎖状でも分枝状でも良く、アルキル基、ヒドロキシル基の

置換位置は任意である)等; p-tert-ブチルフェノールとホルムアルデヒドとの縮合物、p-tert-ブチルフェノールとアセトアルデヒドとの縮合物等; 及びこれらの混合物等が挙げられる。

【0028】

これら2価アルコール類においては、DLCコーティング摺動部材(A)と摺動部材(B)から成る摺動面の摩擦をより低減できる点から、エチレングリコール、プロピレングリコール、ネオペンチルグリコール、1,4-ブタンジオール、1,5-ペンタンジオール、ネオペンチルグリコール、1,6-ヘキサジオール、2-メチル-2,4-ペンタンジオール、2-エチル-2-メチル-1,3-プロパンジオール、1,7-ヘプタンジオール、1,8-オクタンジオール、1,9-ノナンジオール、1,10-デカンジオール、1,11-ウンデカンジオール、1,12-ドデカンジオール等を使用するのが好ましい。また、2,6-ジ-tert-ブチル-4-(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシーベンジル)フェニルアルコール等の分子量300以上、好ましくは400の高分子量のヒンダードアルコール類は、高温条件(例えば内燃機関等の摺動条件)においても揮発しにくく耐熱性に優れ、摩擦低減効果を発揮できるとともに、優れた酸化安定性をも付与できる点で好ましい。

【0029】

更に、3価以上のアルコール類(①-3)としては、具体的には、ヒドロキシル基を3つ以上有するものであり、通常3~10価、好ましくは3~6価の多価アルコールが用いられる。具体例としては、グリセリン、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン等のトリメチロールアルカン、エリスリトール、ペンタエリスリトール、1,2,4-ブタントリオール、1,3,5-ペンタントリオール、1,2,6-ヘキサントリオール、1,2,3,4-ブタンテトラール、ソルビトール、アドニトール、アラビトール、キシリトール、マンニトール等、及びこれらの重合体又は縮合物(例えば、ジグリセリン、トリグリセリン、テトラグリセリン等のグリセリンの2~8量体等、ジトリメチロールプロパン等のトリメチロールプロパンの2~8量体等、ジペンタエリスリトール等のペンタエリスリトールの2~4量体等、ソルビタン、ソルビトール

ルグリセリン縮合物等の縮合化合物（分子内縮合化合物、分子間縮合化合物又は自己縮合化合物）等が挙げられる。

【0030】

また、キシロース、アラビトール、リボース、ラムノース、グルコース、フルクトース、ガラクトース、マンノース、ソルボース、セロビオース、マントース、イソマルトース、トレハロース、スクロース等の糖類も使用可能である。

【0031】

これら3価以上のアルコール類においては、グリセリン、トリメチロールアルカン（例えば、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン）、ペンタエリスリトール、1, 2, 4-ブタントリオール、1, 3, 5-ペンタントリオール、1, 2, 6-ヘキサントリオール、1, 2, 3, 4-ブタンテトラール、ソルビトール、ソルビタン、ソルビトールグリセリン縮合物、アドニトール、アラビトール、キシリトール、マンニトール等の3～6価の多価アルコール及びこれらの混合物等がより好ましく、グリセリン、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、ソルビタン及びこれらの混合物が更に好ましく、酸素含有量が20%以上、好ましくは30%以上、特に好ましくは40%である多価アルコール類であることが特に好ましい。なお、6価を超える多価アルコールの場合、粘度が高くなりすぎる。

【0032】

更にまた、アルキレンオキサイド付加物（①-4）は、上記アルコール類（①-1～3）のアルキレンオキサイド付加物であり、具体的には、当該アルコール類に炭素数2～6、好ましくは炭素数2～4のアルキレンオキサイド、その重合体又は共重合体を付加させ、アルコール類のヒドロキシル基をヒドロカルビルエーテル化又はヒドロカルビルエステル化したものが挙げられる。炭素数2～6のアルキレンオキサイドとしては、エチレンオキサイド、プロピレンオキサイド、1, 2-エポキシブタン（ α -ブチレンオキサイド）、2, 3-エポキシブタン（ β -ブチレンオキサイド）、1, 2-エポキシ-1-メチルプロパン、1, 2-エポキシヘブタン、1, 2-エポキシヘキサン等が挙げられる。これらの中では、低摩擦性に優れる点から、エチレンオキサイド、プロピレンオキサイド

、ブチレンオキサイドが好ましく、エチレンオキサイド、プロピレンオキサイドがより好ましい。

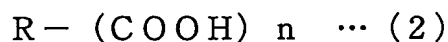
【0033】

なお、2種以上のアルキレンオキサイドを用いた場合には、オキシアルキレン基の重合形式に特に制限はなく、ランダム共重合していても、ブロック共重合していてもよい。また、ヒドロキシル基を2～6個有する多価アルコールにアルキレンオキサイドを付加させる際、全てのヒドロキシル基に付加させてもよいし、一部のヒドロキシル基のみに付加させてもよい。

【0034】

カルボン酸類 (②) は、次の一般式 (2)

【0035】



【0036】

で表される含酸素有機化合物であり、カルボキシル基を1つ又は2つ以上有する化合物が例示できる。

【0037】

上記カルボン酸類 (②) としては、具体的に、例えば以下のものが挙げられる。

- ・ 脂肪族モノカルボン酸類 (脂肪酸類) (②-1)
- ・ 脂肪族多価カルボン酸類 (②-2)
- ・ 炭素環カルボン酸類 (②-3)
- ・ 複素環式カルボン酸類 (②-4)
- ・ 上記4種のカルボン酸類から選ばれる2種以上の混合物 (②-5)

【0038】

上記脂肪族モノカルボン酸類 (脂肪酸類) (②-1) は、具体的には、カルボキシル基を分子中に1つ有する脂肪族モノカルボン酸類であり、例えばメタン酸、エタン酸 (酢酸)、プロパン酸 (プロピオン酸)、ブタン酸 (酪酸、イソ酪酸等)、ペンタン酸 (吉草酸、イソ吉草酸、ピバル酸等)、ヘキサン酸 (カプロン酸等)、ヘプタン酸、オクタン酸 (カプリル酸等)、ノナン酸 (ペラルゴン酸等)

）、デカン酸、ウンデカン酸、ドデカン酸（ラウリン酸等）、トリデカン酸、テトラデカン酸（ミリスチン酸等）、ペンタデカン酸、ヘキサデカン酸（パルミチン酸等）、ヘプタデカン酸、オクタデカン酸（ステアリン酸等）、ノナデカン酸、イコサン酸、ヘンイコサン酸、ドコサン酸、トリコサン酸、テトラコサン酸、ペンタコサン酸、ヘキサコサン酸、ヘプタコサン酸、オクタコサン酸、ノナコサン酸、トリアコンタン酸等の炭素数 1～40 の飽和脂肪族モノカルボン酸（これら飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でも良い。）；プロペン酸（アクリル酸等）、プロピン酸（プロピオール酸等）、ブテン酸（メタクリル酸、クロトン酸、イソクロトン酸等）、ペンテン酸、ヘキセン酸、ヘプテン酸、オクテン酸、ノネン酸、デセン酸、ウンデセン酸、ドデセン酸、トリデセン酸、テトラデセン酸、ペンタデセン酸、ヘキサデセン酸、ヘプタデセン酸、オクタデセン酸（オレイン酸等）、ノナデセン酸、イコセン酸、ヘンイコセン酸、ドコセン酸、トリコセン酸、テトラコセン酸、ペンタコセン酸、ヘキサコセン酸、ヘプタコセン酸、オクタコセン酸、ノナコセン酸、トリアコンテン酸等の炭素数 1～40 の不飽和脂肪族モノカルボン酸（これら不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、また不飽和結合の位置も任意である）等が挙げられる。

【0039】

また、上記脂肪族多価カルボン酸類（②-2）としては、エタン二酸（シュウ酸）、プロパン二酸（マロン酸等）、ブタン二酸（コハク酸、メチルマロン酸等）、ペンタン二酸（グルタル酸、エチルマロン酸等）、ヘキサン二酸（アジピン酸等）、ヘプタン二酸（ピメリン酸等）、オクタン二酸（スベリン酸等）、ノナン二酸（アゼライン酸等）、デカン二酸（セバシン酸等）、プロペン二酸、ブテン二酸（マレイン酸、フマル酸等）、ペンテン二酸（シトラコン酸、メサコン酸等）、ヘキセン二酸、ヘプテン二酸、オクテン二酸、ノネン二酸、デセン二酸等の炭素数 2～40 の飽和又は不飽和脂肪族ジカルボン酸（これら飽和脂肪族又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、また不飽和結合の位置も任意である）；プロパントリカルボン酸、ブタントリカルボン酸、ペンタントリカルボン酸、ヘキサントリカルボン酸、ヘプタントリカルボン酸、オクタントリカルボン酸、ノナントリカルボン酸、デカントリカルボン酸等の飽和又は不飽和脂肪族トリ

カルボン酸（これら飽和脂肪族又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、また不飽和結合の位置も任意である）；飽和又は不飽和脂肪族テトラカルボン酸（これら飽和脂肪族又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、また不飽和結合の位置も任意である）等が挙げられる。

【0040】

更に、上記炭素環カルボン酸類（②-3）は、具体的には、炭素環にカルボキシル基を分子中に1つ又は2つ以上有するカルボン酸類であり、例えば、シクロヘキサンモノカルボン酸、メチルシクロヘキサンモノカルボン酸、エチルシクロヘキサンモノカルボン酸、プロピルシクロヘキサンモノカルボン酸、ブチルシクロヘキサンモノカルボン酸、ペンチルシクロヘキサンモノカルボン酸、ヘキシルシクロヘキサンモノカルボン酸、ヘプチルシクロヘキサンモノカルボン酸、オクチルシクロヘキサンモノカルボン酸、シクロヘプタンモノカルボン酸、シクロオクタンモノカルボン酸、トリメチルシクロペンタンジカルボン酸（ショウノウ酸等）等の炭素数3～40の、ナフテン環を有するモノ、ジ、トリ又はテトラカルボン酸（アルキル基、アルケニル基を置換基として有する場合、それらは直鎖状でも分枝状でも良く、二重結合の位置も任意であり、また、その置換数、置換位置も任意である）；ベンゼンカルボン酸（安息香酸）、メチルベンゼンカルボン酸（トルイル酸等）、エチルベンゼンカルボン酸、プロピルベンゼンカルボン酸、ベンゼンジカルボン酸（フタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸等）、ベンゼントリカルボン酸（トリメリット酸等）、ベンゼンテトラカルボン酸（ピロメリット酸等）ナフタリンカルボン酸（ナフトエ酸等）等、炭素数7～40の芳香族モノカルボン酸類、フェニルプロパン酸（ヒドロアトロパ酸）、フェニルプロペン酸（アトロパ酸、ケイ皮酸等）、サリチル酸、炭素数1～30のアルキル基を1つ又は2つ以上有するアルキルサリチル酸等の炭素数7～40のアリール基を有するモノ、ジ、トリ又はテトラカルボン酸（アルキル基、アルケニル基を置換基として有する場合、それらは直鎖状でも分枝状でも良く、二重結合の位置も任意であり、また、その置換数、置換位置も任意である）等が挙げられる。

【0041】

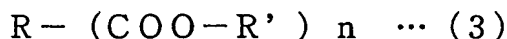
更にまた、上記複素環式カルボン酸類（②-4）としては、具体的には、カル

ボキシシル基を分子中に1つ又は2つ以上有する複素環式カルボン酸類であり、例えば、フランカルボン酸、チオフェンカルボン酸、ピリジンカルボン酸（ニコチン酸、イソニコチン酸等）等、炭素数5～40の、複素環式カルボン酸類が挙げられる。

【0042】

エステル類 (③) は、次の一般式 (3)

【0043】



【0044】

で表される含酸素有機化合物であり、エステル結合を1つ又は2つ以上有する化合物が例示できる。

【0045】

上記エステル類 (③) としては、具体的には、以下のものが挙げられる。

- ・ 脂肪酸モノカルボン酸類（脂肪酸類）のエステル (③-1)
- ・ 脂肪族多価カルボン酸類のエステル (③-2)
- ・ 炭素環カルボン酸類のエステル (③-3)
- ・ 複素環式カルボン酸類のエステル (③-4)
- ・ アルコール類又はエステル類のアルキレンオキサイド付加物 (③-5)
- ・ 上記5種のエステル等から選ばれる任意の混合物 (③-6)

なお、上記③-1～5に挙げたエステル類は、ヒドロキシシル基又はカルボキシシル基が全てエステル化された完全エステルでも良く、ヒドロキシシル基又はカルボキシシル基が一部残存した部分エステルであっても良い。

【0046】

上記脂肪酸モノカルボン酸類（脂肪酸類）のエステル (③-1) は、上述の脂肪酸モノカルボン酸類 (②-1) から選ばれる1種又は2種以上と、上述の1価、2価又は3価以上のアルコール類 (①-1～3) から選ばれる1種又は2種以上とのエステルである。また、脂肪族モノカルボン酸としては、例えば、具体的には、グリセリンモノオレート、グリセリンジオレート、ソルビタンモノオレート、ソルビタンジオレートなどが挙げられる。

このうち、本発明では、脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤は除外される。かかる脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤としては、例えば、炭素数 6～30 の直鎖状又は分枝状炭化水素基を有する脂肪酸エステル、具体的には、当該炭化水素基を有する脂肪酸と脂肪族 1 価アルコール又は脂肪族多価アルコールとからなるエステルなどが該当する。

【0047】

かかる脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤以外のエステル (③-1) としては、炭素数 1～5 又は炭素数 31～40 の直鎖状又は分枝状炭化水素基を有する脂肪酸エステルが挙げられ、かかる炭化水素基を有する脂肪酸と脂肪族 1 価アルコール又は脂肪族多価アルコールとからなるエステルなどを例示できる。

これらのうち、100℃における動粘度が $1 \sim 100 \text{ mm}^2/\text{s}$ のものは潤滑油基油として使用することができ、通常、上記脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤と区別することができる。これらの例としては、例えば、トリメチロールプロパンカプリレート、トリメチロールプロパンペラルゴネート、ペンタエリスリトール 2-エチルヘキサノエート、ペンタエリスリトールペラルゴネート等の、炭素数 3～40、好ましくは炭素数 4～18、特に好ましくは 4～12 の 3 価以上のポリオール類、特にネオペンチル構造を有する 3 価以上のポリオール類と、炭素数 1～40、好ましくは炭素数 4～18、特に好ましくは 6～12 のモノカルボン酸から選ばれる 1 種又は 2 種以上との単一エステル類あるいはコンプレックスエステル類等のポリオールエステル類及びこれらの混合物、あるいは、更にアルキレンオキシドを付加させたもの等が挙げられる。これらはヒドロキシル基又はカルボキシル基が全てエステル化された完全エステルでも良く、ヒドロキシル基又はカルボキシル基が一部残存した部分エステルでも良いが、完全エステルであることが好ましく、そのヒドロキシル基価は通常 100 mg KOH/g 以下、より好ましくは 50 mg KOH/g 以下、特に好ましくは 10 mg KOH/g 以下である。

また、これら潤滑油基油の 100℃における動粘度は、好ましくは $2 \sim 60 \text{ mm}^2/\text{s}$ 、特に好ましくは $3 \sim 50 \text{ mm}^2/\text{s}$ である。

【0048】

また、脂肪族多価カルボン酸類のエステル (③-2) は、上述の脂肪族多価カルボン酸類 (②-2) から選ばれる 1 種又は 2 種以上と、上述の 1 価、2 価又は 3 価以上のアルコール類 (①-1~3) から選ばれる 1 種又は 2 種以上とのエステル等である。具体例的には、例えば、ジブチルマレエート、ジトリデシルグルタレート、ジ 2-エチルヘキシルアジペート、ジイソデシルアジペート、ジトリデシルアジペート、ジ 2-エチルヘキシルセバケート等の炭素数 2~40、好ましくは炭素数 4~18、特に好ましくは 6~12 のジカルボン酸類から選ばれる 1 種又は 2 種以上の多価カルボン酸類と、炭素数 4~40、好ましくは炭素数 4~18、特に好ましくは 6~14 の 1 価アルコール類から選ばれる 1 種又は 2 種以上とのジエステル類、これらジエステル類 (例えばジブチルマレエート等) と炭素数 4~16 のポリ α オレフィン等との共重合体、無水酢酸等に α オレフィンを付加した化合物と炭素数 1~40 のアルコール類とのエステル等が挙げられる。これらのうち、100℃における動粘度が 1~100 mm²/s のものは潤滑油基油として使用することができる。

【0049】

更に、炭素環カルボン酸類のエステル (③-3) としては、上述の炭素環カルボン酸類 (②-3) から選ばれる 1 種又は 2 種以上と、上述の 1 価、2 価又は 3 価以上のアルコール類 (①-1~3) から選ばれる 1 種又は 2 種以上とのエステル等が挙げられる。具体的には、例えば、フタル酸エステル類、トリメリット酸エステル類、ピロメリット酸エステル類、サリチル酸エステル類等の芳香族カルボン酸エステル類が挙げられる。これらのうち、100℃における動粘度が 1~100 mm²/s のものは潤滑油基油として使用することができる。

【0050】

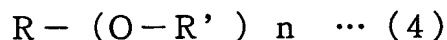
更にまた、複素環式カルボン酸類のエステル (③-4) としては、上述の複素環式カルボン酸類 (②-4) から選ばれる 1 種又は 2 種以上と、上述の 1 価、2 価又は 3 価以上のアルコール類 (①-1~3) から選ばれる 1 種又は 2 種以上とのエステル類が挙げられる。これらのうち、100℃における動粘度が 1~100 mm²/s のものは潤滑油基油として使用することができる。

【0051】

また、アルコール類又はエステル類のアルキレンオキサイド付加物 (③-5) としては、上述の 1 価、2 価又は 3 価以上のアルコール類 (①-1~3) から選ばれる 1 種又は 2 種以上にアルキレンオキサイドを付加してエステル化したものや、上述の (③-1~4) エステルにアルキレンオキサイドを付加したもの等が挙げられる。これらのうち、100℃における動粘度が $1 \sim 100 \text{ mm}^2/\text{s}$ のものは潤滑油基油として使用することができる。

【0052】

エーテル類 (④) は、次の一般式 (4)

【0053】**【0054】**

で表される含酸素有機化合物であり、エーテル結合を 1 つ又は 2 つ以上有する化合物が例示できる。

【0055】

上記エーテル類 (④) としては、具体的には、例えば、以下のもの等が挙げられる。

- ・ 飽和又は不飽和脂肪族エーテル類 (④-1)
- ・ 芳香族エーテル類 (④-2)
- ・ 環式エーテル類 (④-3)
- ・ 上記 3 種エーテル類の中から選ばれる 2 種以上の混合物 (④-4)

【0056】

飽和又は不飽和脂肪族エーテル類 (脂肪族単一エーテル類) (④-1) としては、具体的には、例えば、ジメチルエーテル、ジエチルエーテル、ジ- n -プロピルエーテル、ジイソプロピルエーテル、ジブチルエーテル、ジイソブチルエーテル、ジ- n -アミルエーテル、ジイソアミルエーテル、ジヘキシルエーテル、ジヘプチルエーテル、ジオクチルエーテル、ジノニルエーテル、ジデシルエーテル、ジウンデシルエーテル、ジドデシルエーテル、ジトリデシルエーテル、ジテトラデシルエーテル、ジペンタデシルエーテル、ジヘキサデシルエーテル、ジヘプタデシルエーテル、ジオクタデシルエーテル、ジノナデシルエーテル、ジイコ

シルエーテル、メチルエチルエーテル、メチル-*n*-プロピルエーテル、メチルイソプロピルエーテル、メチルイソブチルエーテル、メチル-*tert*-ブチルエーテル、メチル-*n*-アミルエーテル、メチルイソアミルエーテル、エチル-*n*-プロピルエーテル、エチルイソプロピルエーテル、エチルイソブチルエーテル、エチル-*tert*-ブチルエーテル、エチル-*n*-アミルエーテル、エチルイソアミルエーテル、ジビニルエーテル、ジアリルエーテル、メチルビニルエーテル、メチルアリルエーテル、エチルビニルエーテル、エチルアリルエーテル等の炭素数 1～40 の飽和又は不飽和脂肪族エーテル類（これら飽和又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、不飽和結合の位置は任意である）が挙げられる。

【0057】

また、芳香族エーテル類（④-2）としては、具体的には、例えば、アニソール、フェネトール、フェニルエーテル、ベンジルエーテル、フェニルベンジルエーテル、 α -ナフチルエーテル、 β -ナフチルエーテル、ポリフェニルエーテル、パーフルオロエーテル等が挙げられ、これらは飽和又は不飽和脂肪族基を有していても良い（これら飽和又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、不飽和結合の位置は任意であり、また、その置換位置も数も任意である）。これらはその使用条件、特に常温において液状であることが好ましい。

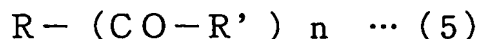
【0058】

更に、環式エーテル類（④-3）としては、具体的には、例えば、酸化エチレン、酸化プロピレン、酸化トリメチレン、テトラヒドロフラン、テトラヒドロピラン、ジオキサン、グリシジルエーテル類等の炭素数 2～40 の環式エーテル類が挙げられ、これらは飽和又は不飽和脂肪族基、炭素環、飽和又は不飽和脂肪族基を有する炭素環を有していても良い（これら飽和又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、不飽和結合の位置は任意であり、また、その置換位置も数も任意である）。

【0059】

ケトン類（⑤）は、次の一般式（5）

【0060】

**【0061】**

で表される含酸素有機化合物であり、カルボニル結合を1つ又は2つ以上有する化合物が例示できる。

【0062】

上記ケトン類 (⑤) としては、具体的には、例えば、以下のもの等が挙げられる。

- ・飽和又は不飽和脂肪族ケトン類 (⑤-1)
- ・炭素環ケトン類 (⑤-2)
- ・複素環ケトン類 (⑤-3)
- ・ケトンアルコール類 (⑤-4)
- ・ケトン酸類 (⑤-5)
- ・上記5種のケトン類等から選ばれる2種以上の混合物 (⑤-6)

【0063】

飽和又は不飽和脂肪族ケトン類 (⑤-1) としては、具体的には、例えばアセトン、メチルエチルケトン、メチルプロピルケトン、メチルイソプロピルケトン、メチルブチルケトン、メチルイソブチルケトン、ピナロン、ジエチルケトン、ブチロン、ジイソプロピルケトン、メチルビニルケトン、メシチルオキシド、メチルフェプテノン等の炭素数1~40の飽和又は不飽和脂肪族ケトン類（これら飽和又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、不飽和結合の位置は任意である）等が挙げられる。

【0064】

また、炭素環ケトン類 (⑤-2) としては、具体的には、例えば、シクロブタノン、シクロペンタノン、シクロヘキサノン、アセトフェノン、プロピオフェノン、ブチロフェノン、バレロフェノン、ベンゾフェノン、ジベンジルケトン、2-アセトナフトン等の炭素数1~40の炭素環ケトン類が挙げられ、これらは飽和又は不飽和脂肪族基を有していても良い（これら飽和又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、不飽和結合の位置は任意であり、また、その置換位置も数も任意である）。

【0065】

更に、複素環ケトン類 (⑤-3) としては、具体的には、例えば、アセトチエノン、2-アセトフロン等の炭素数1~40の炭素環ケトン類が挙げられ、これらは飽和又は不飽和脂肪族基を有していても良い (これら飽和又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、不飽和結合の位置は任意であり、また、その置換位置も数も任意である)。

【0066】

更にまた、ケトンアルコール (ケトール) 類 (⑤-4) としては、具体的には、例えば、アセトール、アセトイン、アセトエチルアルコール、ジアセトンアルコール、フェナシルアルコール、ベンゾイン等の炭素数1~40のケトンアルコール類が挙げられ、これらは炭素環、複素環を有していてもよく、また、飽和又は不飽和脂肪族基を有する炭素環、複素環を有していても良い (これら飽和又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、不飽和結合の位置は任意であり、また、その置換位置も数も任意である)。

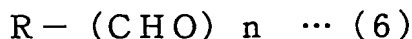
【0067】

また、ケトン酸類 (⑤-5) としては、具体的には、例えば、ピルビン酸、ベンゾイルギ酸、フェニルピルビン酸等の α -ケトン酸類、アセト酢酸、プロピオニル酢酸、ベンゾイル酢酸等の β -ケトン酸類、レプリン酸、 β -ベンゾイルプロピオン酸等の γ -ケトン酸類等の炭素数1~40のケトン酸類が挙げられる。

【0068】

アルデヒド類 (⑥) は、次の一般式 (6)

【0069】



【0070】

で表される含酸素有機化合物であり、アルデヒド基1つ又は2つ以上を有する化合物が例示できる。

【0071】

上記アルデヒド類 (⑥) としては、具体的には、例えば、以下のもの等が挙げられる。

- ・飽和又は不飽和脂肪族アルデヒド類 (⑥-1)
- ・炭素環アルデヒド類 (⑥-2)
- ・複素環アルデヒド類 (⑥-3)
- ・上記3種のアルデヒド類から選ばれる2種以上の混合物 (⑥-4)

【0072】

飽和又は不飽和脂肪族アルデヒド類 (⑥-1) としては、具体的には、例えば、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、プロピオンアルデヒド、ブチルアルデヒド、イソブチルアルデヒド、バレルアルデヒド、イソバレルアルデヒド、ピバリナルデヒド、カプロンアルデヒド、ヘプトアルデヒド、カプリルアルデヒド、ペラルゴンアルデヒド、化プリンアルデヒド、ウンデシルアルデヒド、ラウリンアルデヒド、トリデシルアルデヒド、ミリスチンアルデヒド、ペンタデシルアルデヒド、パルミチンアルデヒド、マルガリンアルデヒド、ステアリンアルデヒド、アクロレイン、クロトンアルデヒド、プロピオールアルデヒド、グリオキサール、スクシンジアルデヒド等の炭素数1~40の飽和又は不飽和脂肪族アルデヒド類 (これら飽和又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、不飽和結合の位置は任意である) 等が挙げられる。

【0073】

また、炭素環アルデヒド類 (⑥-2) としては、具体的には、例えば、ベンズアルデヒド、o-トルアルデヒド、m-トルアルデヒド、p-トルアルデヒド、サリチルアルデヒド、シンナムアルデヒド、 α -ナフトアルデヒド、 β -ナフトアルデヒド等の炭素数1~40の炭素環アルデヒド類等が挙げられ、これらは飽和又は不飽和脂肪族基を有していても良い (これらは飽和又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、不飽和結合の位置は任意であり、また、置換位置も数も任意である)。

【0074】

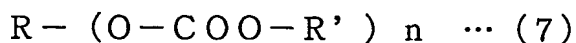
更に、複素環アルデヒド類 (⑥-3) としては、具体的には、例えば、フルフラール等の炭素数1~40の複素環アルデヒド類等が挙げられ、これらは飽和又は不飽和脂肪族基を有していても良い (これらは飽和又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、不飽和結合の位置は任意であり、また、置換位置も数も任

意である)。

【0075】

カーボネート類 (⑦) は、次の一般式 (7)

【0076】



【0077】

で表される含酸素有機化合物であり、カーボネート結合を1つ又は2つ以上有する化合物が例示できる。

【0078】

上記カーボネート類 (⑦) としては、具体的には、例えば、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、ジ n -プロピルカーボネート、ジイソプロピルカーボネート、ジ n -ブチルカーボネート、ジイソブチルカーボネート、ジ t e r t ブチルカーボネート、ジペンチルカーボネート、ジヘキシルカーボネート、ジヘプチルカーボネート、ジオクチルカーボネート、ジノニルカーボネート、ジデシルカーボネート、ジウンデシルカーボネート、ジドデシルカーボネート、ジトリデシルカーボネート、ジテトラデシルカーボネート、ジペンタデシルカーボネート、ジヘキサデシルカーボネート、ジヘプタデシルカーボネート、ジオクタデシルカーボネート、ジフェニルカーボネート等の炭素数1～40の飽和又は不飽和脂肪族、炭素環、飽和又は不飽和脂肪族を有する炭素環、炭素環を有する飽和又は不飽和脂肪族等を有するカーボネート類 (これら飽和又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、不飽和結合の位置は任意であり、また、置換位置も任意である) 等、あるいはこれらカーボネート類にアルキレンオキサイドを付加したヒドロキシ (ポリ) オキシアルキレンカーボネート類等が挙げられる。

【0079】

また、上記含酸素有機化合物①～⑦の誘導体としては、例えば、上記含酸素有機化合物に、窒素含有化合物、リン含有化合物、硫黄や硫黄含有化合物、ホウ素含有化合物、ハロゲン元素やハロゲン元素含有化合物、金属元素や金属含有化合物等 (有機、無機を問わない) を反応させて得られる化合物等が挙げられるが、特にこれらに制限されない。なお、誘導体を得る際に用いる上記化合物は、通常

添加剤として用いられるものであるが、基油として用いられる場合においてもその効果は特に限定されるものではない。

【0080】

一方、一般式(1)～(7)におけるR及びR'は、それぞれ個別に、アルキル基、アルケニル基、アルキレン基、シクロアルキル基、アルキルシクロアルキル基、アリール基、アルキルアリール基、アリールアルキル基等の炭化水素基(これら炭化水素基は、ヒドロキシ基、カルボキシ基、カルボニル基、エステル結合、エーテル結合から選ばれる1種又は2種以上の基又は結合を更に有していても良く、炭素、水素及び酸素以外の元素、例えば、窒素や硫黄(例えば複素環化合物)、ハロゲン(フッ素、塩素等)、リン、ホウ素、金属等を含有していても良い。)を示す。

なお、上記炭化水素基は、その炭素数に何ら制限はないが、好ましくは炭素数1～40、より好ましくは炭素数2～30、特に好ましくは炭素数3～20である。

【0081】

上記アルキル基としては、メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基、直鎖又は分枝のペンチル基、直鎖又は分枝のヘキシル基、直鎖又は分枝のヘプチル基、直鎖又は分枝のオクチル基、直鎖又は分枝のノニル基、直鎖又は分枝のデシル基、直鎖又は分枝のウンデシル基、直鎖又は分枝のドデシル基、直鎖又は分枝のトリデシル基、直鎖又は分枝のテトラデシル基、直鎖又は分枝のペンタデシル基、直鎖又は分枝のヘキサデシル基、直鎖又は分枝のヘプタデシル基、直鎖又は分枝のオクタデシル基、直鎖又は分枝のノナデシル基、直鎖又は分枝のイコシル基、直鎖又は分枝のヘンイコシル基、直鎖又は分枝のドコシル基、直鎖又は分枝のトリコシル基、直鎖又は分枝のテトラコシル基等の炭素数1～40のアルキル基等が挙げられ、好ましくは炭素数2～30のアルキル基、特に好ましくは炭素数3～20のアルキル基である。

【0082】

また、上記アルケニル基としては、ビニル基、直鎖又は分枝のプロペニル基、

直鎖又は分枝のブテニル基、直鎖又は分枝のペンテニル基、直鎖又は分枝のヘキセニル基、直鎖又は分枝のヘプテニル基、直鎖又は分枝のオクテニル基、直鎖又は分枝のノネニル基、直鎖又は分枝のデセニル基、直鎖又は分枝のウンデセニル基、直鎖又は分枝のドデセニル基、直鎖又は分枝のトリデセニル基、直鎖又は分枝のテトラデセニル基、直鎖又は分枝のペンタデセニル基、直鎖又は分枝のヘキサデセニル基、直鎖又は分枝のヘプタデセニル基、直鎖又は分枝のオクタデセニル基、直鎖又は分枝のノナデセニル基、直鎖又は分枝のイコセニル基、直鎖又は分枝のヘンイコセニル基、直鎖又は分枝のドコセニル基、直鎖又は分枝のトリコセニル基、直鎖又は分枝のテトラコセニル基等の炭素数 2～40 のアルケニル基等が挙げられ、好ましくは炭素数 2～30 のアルケニル基、特に好ましくは炭素数 3～20 のアルケニル基である。

【0083】

更に、上記シクロアルキル基としては、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基シクロオクチル基等の炭素数 3～40 のシクロアルキル基等が挙げられ、好ましくは炭素数 3～20 のシクロアルキル基、特に好ましくは炭素数 5～8 のシクロアルキル基である。

更にまた、上記アルキルシクロアルキル基としては、メチルシクロペンチル基、ジメチルシクロペンチル基（全ての構造異性体を含む。）、メチルエチルシクロペンチル基（全ての構造異性体を含む。）、ジエチルシクロペンチル基（全ての構造異性体を含む。）、メチルシクロヘキシル基、ジメチルシクロヘキシル基（全ての構造異性体を含む。）、メチルエチルシクロヘキシル基（全ての構造異性体を含む。）、ジエチルシクロヘキシル基（全ての構造異性体を含む。）、メチルシクロヘプチル基、ジメチルシクロヘプチル基（全ての構造異性体を含む。）、メチルエチルシクロヘプチル基（全ての構造異性体を含む。）、ジエチルシクロヘプチル基（全ての構造異性体を含む。）等の炭素数 4～40 のアルキルシクロアルキル基等が挙げられ、好ましくは炭素数 5～20 のアルキルシクロアルキル基、特に好ましくは炭素数 6～12 のアルキルシクロアルキル基である。

【0084】

また、上記アリール基としては、フェニル基、ナフチル基等、炭素数 6～20

のアリール基、好ましくは炭素数 6 ～ 10 のアリール基である。

更に、上記アルキルアリール基としては、トリル基（全ての構造異性体を含む。）、エチルフェニル基（全ての構造異性体を含む。）、直鎖又は分枝のプロピルフェニル基（全ての構造異性体を含む。）、直鎖又は分枝のブチルフェニル基（全ての構造異性体を含む。）、直鎖又は分枝のペンチルフェニル基（全ての構造異性体を含む。）、直鎖又は分枝のヘキシルフェニル基（全ての構造異性体を含む。）、直鎖又は分枝のヘプチルフェニル基（全ての構造異性体を含む。）、直鎖又は分枝のオクチルフェニル基（全ての構造異性体を含む。）、直鎖又は分枝のノニルフェニル基（全ての構造異性体を含む。）、直鎖又は分枝のデシルフェニル基（全ての構造異性体を含む。）、直鎖又は分枝のウンデシルフェニル基（全ての構造異性体を含む。）、直鎖又は分枝のドデシルフェニル基（全ての構造異性体を含む。）のような 1 置換フェニル基；キシリル基（全ての構造異性体を含む。）、ジエチルフェニル基、ジプロピルフェニル基、2-メチル-6-tert-ブチルフェニル基、2, 6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェニル基、2, 6-ジ-tert-ブチル-4-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ベンジル)フェニル基等のような同一又は異なる直鎖又は分枝のアルキル基、を 2 つ以上有するアリール基（アルキル基は、更にアリール基、アルキルアリール基、アリールアルキル基を含んでも良く、全ての構造異性体を含む。）等のアルキルアリール基等が挙げられ、炭素数 7 ～ 40 のアルキルアリール基、好ましくは炭素数 7 ～ 20 のアルキルアリール基、特に好ましくは炭素数 7 ～ 12 のアルキルアリール基である。

【0085】

更に、アリールアルキル基としては、ベンジル基、フェニルエチル基、フェニルプロピル基（プロピル基の異性体を含む。）フェニルブチル基（ブチル基の異性体を含む。）、フェニルペンチル基（ペンチル基の異性体を含む。）、フェニルヘキシル基（ヘキシル基の異性体を含む。）等の炭素数 7 ～ 40 のアリールアルキル基、好ましくは炭素数 7 ～ 20 のアリールアルキル基、特に好ましくは炭素数 7 ～ 12 のアリールアルキル基である。

【0086】

以上説明した含酸素有機化合物 (C) は、それらの誘導体であっても同様に使用できる。具体的には、例えば、上記アルコール類、カルボン酸類、エステル類、エーテル類、ケトン類、アルデヒド類及びカーボネート類から選ばれる 1 種を硫化した化合物や、ハロゲン化 (フッ化、塩化等) した化合物や、硫酸、硝酸、硼酸、リン酸及びこれらの酸のエステル類又は金属塩類との反応生成物や、金属、金属含有化合物、又はアミン化合物との反応生成物、等が挙げられる。

これらの中では、アルコール類、カルボン酸類及びアルデヒド類並びにこれらの誘導体から選ばれる 1 種又は 2 種以上と、アミン化合物との反応生成物 (例えばマンニッヒ反応生成物、アシル化反応生成物、アミド等) が好ましい例として挙げられる。

【0087】

上記アミン化合物としては、アンモニア、モノアミン、ジアミン、ポリアミンが挙げられる。より具体的には、アンモニア；メチルアミン、エチルアミン、プロピルアミン、ブチルアミン、ペンチルアミン、ヘキシルアミン、ヘプチルアミン、オクチルアミン、ノニルアミン、デシルアミン、ウンデシルアミン、ドデシルアミン、トリデシルアミン、テトラデシルアミン、ペンタデシルアミン、ヘキサデシルアミン、ヘプタデシルアミン、オクタデシルアミン、ステアリルアミン、ジメチルアミン、ジエチルアミン、ジプロピルアミン、ジブチルアミン、ジペンチルアミン、ジヘキシルアミン、ジヘプチルアミン、ジオクチルアミン、ジノニルアミン、ジデシルアミン、ジウンデシルアミン、ジドデシルアミン、ジトリデシルアミン、ジテトラデシルアミン、ジペンタデシルアミン、ジヘキサデシルアミン、ジヘプタデシルアミン、ジオクタデシルアミン、メチルエチルアミン、メチルプロピルアミン、メチルブチルアミン、エチルプロピルアミン、エチルブチルアミン、及びプロピルブチルアミン等の炭素数 1～30 のアルキル基 (これらのアルキル基は直鎖状でも分枝状でもよい) を有するアルキルアミン；

エテニルアミン、プロペニルアミン、ブテニルアミン、オクテニルアミン、及びオレイルアミン等の炭素数 2～30 のアルケニル基 (これらのアルケニル基は直鎖状でも分枝状でもよい) を有するアルケニルアミン；メタノールアミン、エタノールアミン、プロパノールアミン、ブタノールアミン、ペンタノールアミン

、ヘキサノールアミン、ヘプタノールアミン、オクタノールアミン、ノナノールアミン、メタノールエタノールアミン、メタノールプロパノールアミン、メタノールブタノールアミン、エタノールプロパノールアミン、エタノールブタノールアミン、及びプロパノールブタノールアミン等の炭素数1～30のアルカノール基（これらのアルカノール基は直鎖状でも分枝状でもよい）を有するアルカノールアミン；

メチレンジアミン、エチレンジアミン、プロピレンジアミン、及びブチレンジアミン等の炭素数1～30のアルキレン基を有するアルキレンジアミン；ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ペンタエチレンヘキサミン等のポリアミン；ウンデシルジエチルアミン、ウンデシルジエタノールアミン、ドデシルジプロパノールアミン、オレイルジエタノールアミン、オレイルプロピレンジアミン、ステアシルテトラエチレンペンタミン等の上記モノアミン、ジアミン、ポリアミンに炭素数8～20のアルキル基又はアルケニル基を有する化合物やN-ヒドロキシエチルオレイルイミダゾリン等の複素環化合物；これらの化合物のアルキレンオキシド付加物；及びこれらの混合物等が例示できる。

これら窒素化合物の中でもデシルアミン、ドデシルアミン、トリデシルアミン、ヘプタデシルアミン、オクタデシルアミン、オレイルアミン及びステアシルアミン等の炭素数10～20のアルキル基又はアルケニル基を有する脂肪族アミン（これらは直鎖状でも分枝状でもよい）が好ましい例として挙げることができる。

これら含酸素有機化合物の誘導体の中でも、オレイン酸アミドのような炭素数8～20のカルボン酸アミド類が好ましい例として挙げられる。

【0088】

上記含酸素有機化合物（C）は、DLCコーティング摺動部材（A）と摺動部材（B）からなる摺動面に、単独（即ち100%）で使用されることで、極めて優れた低摩擦特性を発揮するが、含酸素有機化合物（C）に潤滑剤等を添加した、あるいは各種媒体に含酸素有機化合物（C）を添加した低摩擦剤組成物（D）を当該摺動面に供給し潤滑させても良い。

かかる低摩擦剤組成物 (D) は、具体的には、例えば、鉱油、合成油、天然油脂、希釈油、グリース、ワックス、炭素数 3～40 の炭化水素、炭化水素系溶剤、炭化水素以外の有機溶媒、水等、及びこれらの混合物等の様々な媒体、特にその摺動条件や常温において液状、グリース状又はワックス状である媒体に任意の割合で含酸素有機化合物 (C) を添加して得られる。これらの媒体に含有させる含酸素有機化合物 (C) の含有量は、特に制限はないが、通常、その下限値は 0.001%、好ましくは 0.05% であり、更に好ましくは 0.1% であり、3.0% を超えて含有させても良い。また、その上限値は、上記の通り 100% であるが、好ましくは 50%、より好ましくは 20%、更に好ましくは 10%、特に好ましくは 5% であり、0.1～2% 程度の少量の添加であっても優れた低摩擦特性を発揮することができる。

【0089】

また、上記低摩擦剤組成物 (D) に含まれる媒体としては、特に潤滑油基油を使用することが好ましい。また、かかる潤滑油基油は、特に限定されるものではなく、通常、潤滑油組成物の基油として用いられるものであれば、鉱油系基油、合成系基油を問わず使用することができる。

【0090】

鉱油系潤滑油基油としては、具体的には、原油を常圧蒸留及び減圧蒸留して得られた潤滑油留分を溶剤脱れき、溶剤抽出、水素化分解、溶剤脱ろう、水素化精製、ワックス異性化等の処理を 1 つ以上行って精製したもの等が挙げられ、特に水素化分解処理や水素化精製処理又はワックス異性化処理が施されたもの等の各種の基油を用いることができる。これらの中でも、水素化精製又は水素化分解鉱油、フィッシャートロプシュプロセス等による GTL (ガストゥリキッド) ワックスや潤滑油の脱ろう過程で得られるノルマルパラフィンを多く含むワックス等を異性化して得られるイソパラフィン系鉱油であることが好ましい。

【0091】

合成系潤滑油基油としては、具体的には、アルキルナフタレン、アルキルベンゼン、ポリブテン又はその水素化物；1-オクテンオリゴマー、1-デセンオリゴマー等のポリ- α -オレフィン又はその水素化物；上記 (C) 成分の項で述べ

た100℃における動粘度が $1 \sim 100 \text{ mm}^2/\text{s}$ であるエステル類；及びこれらの混合物等が例示できる。当該エステル類以外の合成系潤滑油基油としては、1-オクテンオリゴマー、1-デセンオリゴマー等のポリ- α -オレフィン又はその水素化物が好ましい例として挙げられる。また、当該エステル類としては、ポリオールエステル類が特に好ましい。

【0092】

なお、鉱油系潤滑油基油又は合成系潤滑油基油を単独又は混合して用いる以外に、2種類以上の鉱油系基油又は2種類以上の合成系基油の混合物であっても差し支えない。また、上記混合物における2種類以上の基油の混合比も特に限定されず任意に選ぶことができる。

【0093】

また、潤滑油基油の全芳香族含有量は特に制限されないが、15%以下であることが好ましく、より好ましくは10%以下、更に好ましくは8%である。潤滑油基油の全芳香族含有量が15%を超える場合には、酸化安定性が劣るため好ましくない。また、高度水素化分解鉱油又はワックス異性化鉱油、ポリ- α -オレフィン又はその水素化物1-デセンオリゴマー水素化物、ポリオールエステル等のエステル系潤滑油基油等、及びこれらの混合物等、潤滑油基油の全芳香族含有量が2%以下、又は0%であっても摩擦低減効果の高い組成物を得ることができる。なお、例えば、含酸素有機化合物（C）（潤滑油基油としてのエステル類を除く）の含有量が2%を超える場合には、貯蔵安定性に劣る可能性があるため、必要に応じて溶剤精製鉱油やアルキルベンゼン等を配合することにより潤滑油基油の全芳香族含有量を調整する（例えば2%以上とする）か、潤滑油基油としてエステル類を併用することが好ましい。ここで、「全芳香族含有量」とは、ASTM D2549に準拠して測定した芳香族留分（aromatic fraction）含有量を意味し、通常この芳香族留分には、アルキルベンゼン、アルキルナフタレン、アントラセン、フェナントレン、及びこれらのアルキル化物、四環以上のベンゼン環が縮合した化合物、又はピリジン類、キノリン類、フェノール類、ナフトール類等のヘテロ芳香族を有する化合物等が含まれる。

【0094】

更に、潤滑油基油の動粘度は、特に制限はないが、内燃機関用潤滑油組成物として使用する場合には、 100°C における動粘度は、 $2\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上であることが好ましく、より好ましくは $3\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上であり、一方、その上限は、 $20\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であることが好ましく、 $10\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下、特に $8\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であることが好ましい。潤滑油基油の 100°C における動粘度を $2\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上とすることによって油膜形成が十分であり、潤滑性に優れ、また、高条件下での基油の蒸発損失がより小さい組成物を得ることができる。一方、 100°C における動粘度を $20\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下とすることによって、流体抵抗が小さくなるため潤滑個所での摩擦抵抗のより小さい組成物を得ることができる。

【0095】

更にまた、潤滑油基油の粘度指数は、特に制限はないが、80以上であることが好ましく、内燃機関用潤滑油組成物として使用する場合には、100以上であることが好ましく、120以上であることが更に好ましく、140以上、250以下であっても良い。潤滑油基油の粘度指数が高いものを選択することにより低温粘度特性に優れるだけでなく、摩擦低減効果に優れた組成物を得ることができる。

【0096】

上記低摩擦剤組成物(D)には、更に、無灰分散剤、摩耗防止剤又は極圧剤、金属系清浄剤、酸化防止剤、粘度指数向上剤、無灰摩擦調整剤、防錆剤、非イオン系界面活性剤、抗乳化剤、金属不活性化剤、及び消泡剤等を単独で又は複数種を組合せて配合し、必要な性能を高めることができる。

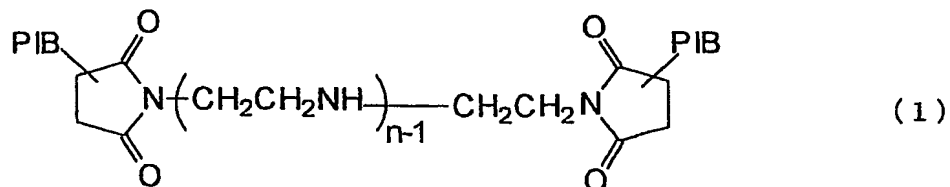
【0097】

無灰分散剤としては、各種の公知の無灰分散剤を使用することができるが、例えば、ポリブテニルコハク酸イミドやその誘導体を含有することが好適である。

上記ポリブテニルコハク酸イミドとしては、次の化学式(1)及び(2)

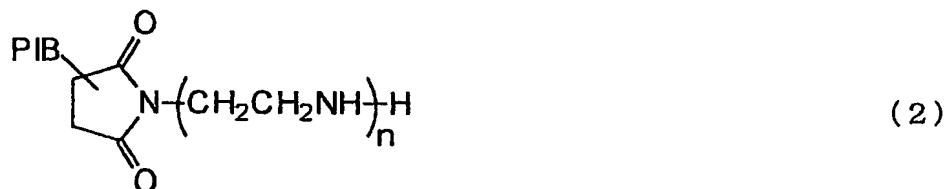
【0098】

【化1】



【0099】

【化2】



【0100】

で表される化合物が挙げられる。これら化学式におけるPIBは、ポリブテニル基を示し、高純度イソブテン又は1-ブテンとイソブテンの混合物をフッ化ホウ素系触媒又は塩化アルミニウム系触媒で重合させて得られる数平均分子量が900～3500、望ましくは1000～2000のポリブテンから得られる。上記平均分子量が900未満の場合は清浄性効果が劣り易く、3500を超える場合は低温流動性に劣り易いため、望ましくない。

また、上記化学式におけるnは、清浄性に優れる点から1～5の整数、より望ましくは2～4の整数であることがよい。更に、上記ポリブテンは、製造過程の触媒に起因して残留する微量のフッ素分や塩素分を吸着法や十分な水洗等の適切な方法により、50ppm以下、より望ましくは10ppm以下、特に望ましくは1ppm以下まで除去してから用いることもよい。

【0101】

更に、上記ポリブテニルコハク酸イミドの製造方法としては、特に限定はないが、例えば、上記ポリブテンの塩素化物又は塩素やフッ素が充分除去されたポリブテンと無水マレイン酸とを100～200℃で反応させて得られるブテニルコハク酸を、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン及びペンタエチレンヘキサミン等のポリアミンと反応させること等により得ることができる。

【0102】

一方、上記ポリブテニルコハク酸イミドの誘導体としては、上記化学式(1)及び(2)に示す化合物に、ホウ素化合物や含酸素有機化合物を作用させて、残存するアミノ基及び／又はイミノ基の一部又は全部を中和したりアミド化した、いわゆるホウ素変性化合物又は酸変性化合物を例示できる。代表的には、ホウ素含有ポリブテニルコハク酸イミド、特にホウ素含有ビスポリブテニルコハク酸イミドを用いることがより望ましい。

【0103】

上記ホウ素化合物としては、ホウ酸、ホウ酸塩及びホウ酸エステル等が挙げられる。具体的には、上記ホウ酸としては、例えばオルトホウ酸、メタホウ酸及びパラホウ酸等が挙げられる。また、上記ホウ酸塩としては、アンモニウム塩等、例えばメタホウ酸アンモニウム、四ホウ酸アンモニウム、五ホウ酸アンモニウム及び八ホウ酸アンモニウム等のホウ酸アンモニウム等が好適例として挙げられる。更に、ホウ酸エステルとしては、ホウ酸とアルキルアルコール（望ましくは炭素数1～6）とのエステル、例えばホウ酸モノメチル、ホウ酸ジメチル、ホウ酸トリメチル、ホウ酸モノエチル、ホウ酸ジエチル、ホウ酸トリエチル、ホウ酸モノプロピル、ホウ酸ジプロピル、ホウ酸トリプロピル、ホウ酸モノブチル、ホウ酸ジブチル及びホウ酸トリブチル等が好適例として挙げられる。なお、ホウ素含有ポリブテニルコハク酸イミドにおけるホウ素含有量Bと窒素含有量Nとの質量比「B/N」は、通常0.1～3であり、望ましくは0.2～1である。

また、上記含酸素有機化合物としては、具体的には、例えばギ酸、酢酸、グリコール酸、プロピオン酸、乳酸、酪酸、吉草酸、カプロン酸、エナント酸、カプ

リル酸、ペラルゴン酸、カプリン酸、ウンデシル酸、ラウリン酸、トリデカン酸、ミリスチン酸、ペンタデカン酸、パルミチン酸、マルガリン酸、ステアリン酸、オレイン酸、ノナデカン酸及びエイコサン酸等の炭素数1～30のモノカルボン酸、シュウ酸、フタル酸、トリメリット酸及びピロメリット酸等の炭素数2～30のポリカルボン酸並びにこれらの無水物、又はエステル化合物、炭素数2～6のアルキレンオキサイド及びヒドロキシ（ポリ）オキシアルキレンカーボネート等が挙げられる。

【0104】

なお、本発明に用いる潤滑油組成物において、ポリブテニルコハク酸イミド及び／又はその誘導体の含有量は特に制限されないが、0.1～15%が望ましく、より望ましくは1.0～12%であることがよい。0.1%未満では清浄性効果に乏しくなることがあり、15%を超えると含有量に見合う清浄性効果が得られにくく、抗乳化性が悪化し易い。

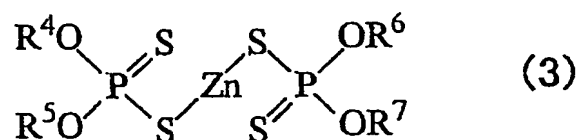
また、他の無灰分散剤としては、数平均分子量が900～3500のポリブテニル基を有するポリブテニルベンジルアミン、ポリブテニルアミン、数平均分子量が900未満のポリブテニル基を有するポリブテニルコハク酸イミド等及びそれらの誘導体等が挙げられる。

【0105】

摩耗防止剤又は極圧剤としては、公知の各種のものを配合することができるが、例えば、次の化学式(3)

【0106】

【化3】



【0107】

で表されるジチオリン酸亜鉛を含有することが好適である。

上記化学式(3)中のR⁴、R⁵、R⁶及びR⁷は、それぞれ別個に炭素数1～24の炭化水素基を示す。これら炭化水素基としては、炭素数1～24の直鎖状又は分枝状のアルキル基、炭素数3～24の直鎖状又は分枝状のアルケニル基、炭素数5～13のシクロアルキル基又は直鎖状若しくは分枝状のアルキルシクロアルキル基、炭素数6～18のアリール基又は直鎖状若しくは分枝状のアルキルアリール基、及び炭素数7～19のアリールアルキル基等のいずれかであることが望ましい。また、アルキル基やアルケニル基は、第1級、第2級及び第3級のいずれであってもよい。

【0108】

上記R⁴、R⁵、R⁶及びR⁷としては、具体的には、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基、ヘキサデシル基、ヘプタデシル基、オクタデシル基、ノナデシル基、イコシル基、ヘンイコシル基、ドコシル基、トリコシル基及びテトラコシル基等のアルキル基、プロペニル基、イソプロペニル基、ブテニル基、ブタジエニル基、ペンテニル基、ヘキセニル基、ヘプテニル基、オクテニル基、ノネニル基、デセニル基、ウンデセニル基、ドデセニル基、トリデセニル基、テトラデセニル基、ペンタデセニル基、ヘキサデセニル基、ヘプタデセニル基及びオレイル基等のオクタデセニル基、ノナデセニル基、イコセニル基、ヘンイコセニル基、ドコセニル基、トリコセニル基及びテトラコセニル基等のアルケニル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基及びシクロヘプチル基等のシクロアルキル基、メチルシクロペンチル基、ジメチルシクロペンチル基、エチルシクロペンチル基、プロピルシクロペンチル基、エチルメチルシクロペンチル基、トリメチルシクロペンチル基、ジエチルシクロペンチル基、エチルジメチルシクロペンチル基、プロピルメチルシクロペンチル基、プロピルエチルシクロペンチル基、ジプロピルシクロペンチル基、プロピルエチルメチルシクロペンチル基、メチルシクロヘキシル基、ジメチルシクロヘキシル基、エチルシクロヘキシル基、プロピルシ

クロヘキシル基、エチルメチルシクロヘキシル基、トリメチルシクロヘキシル基、ジエチルシクロヘキシル基、エチルジメチルシクロヘキシル基、プロピルメチルシクロヘキシル基、プロピルエチルシクロヘキシル基、ジープロピルシクロヘキシル基、プロピルエチルメチルシクロヘキシル基、メチルシクロヘプチル基、ジメチルシクロヘプチル基、エチルシクロヘプチル基、プロピルシクロヘプチル基、エチルメチルシクロヘプチル基、トリメチルシクロヘプチル基、ジエチルシクロヘプチル基、エチルジメチルシクロヘプチル基、プロピルメチルシクロヘプチル基、プロピルエチルシクロヘプチル基、ジープロピルシクロヘプチル基及びプロピルエチルメチルシクロヘプチル基等のアルキルシクロアルキル基、フェニル基及びナフチル基等のアリール基、トリル基、キシリル基、エチルフェニル基、プロピルフェニル基、エチルメチルフェニル基、トリメチルフェニル基、ブチルフェニル基、プロピルメチルフェニル基、ジエチルフェニル基、エチルジメチルフェニル基、テトラメチルフェニル基、ペンチルフェニル基、ヘキシルフェニル基、ヘプチルフェニル基、オクチルフェニル基、ノニルフェニル基、デシルフェニル基、ウンデシルフェニル基及びドデシルフェニル基等のアルキルアリール基、ベンジル基、メチルベンジル基、ジメチルベンジル基、フェネチル基、メチルフェネチル基及びジメチルフェネチル基等のアリールアルキル基等が例示できる。

なお、上記炭化水素基には、考えられる全ての直鎖状構造及び分枝状構造が含まれ、また、アルケニル基の二重結合の位置、アルキル基のシクロアルキル基への結合位置、アルキル基のアリール基への結合位置、及びアリール基のアルキル基への結合位置は任意である。

【0109】

上記ジチオリン酸亜鉛の好適な具体例としては、例えば、ジイソプロピルジチオリン酸亜鉛、ジイソブチルジチオリン酸亜鉛、ジ-sec-ブチルジチオリン酸亜鉛、ジ-sec-ペンチルジチオリン酸亜鉛、ジ-n-ヘキシルジチオリン酸亜鉛、ジ-sec-ヘキシルジチオリン酸亜鉛、ジ-オクチルジチオリン酸亜鉛、ジ-2-エチルヘキシルジチオリン酸亜鉛、ジ-n-デシルジチオリン酸亜鉛、ジ-n-ドデシルジチオリン酸亜鉛、ジイソトリデシルジチオリン酸亜鉛、

及びこれらの任意の組合せに係る混合物等が挙げられる。

【0110】

また、上記ジチオリン酸亜鉛の含有量は、特に制限されないが、より高い摩擦低減効果を発揮させる観点から、組成物全量基準且つリン元素換算量で、0.1%以下であることが好ましく、また0.06%以下であることがより好ましく、更にはジチオリン酸亜鉛が含有されないことが特に好ましい。ジチオリン酸亜鉛の含有量がリン元素換算量で0.1%を超えると、DLC部材と各種金属材料、特に鉄基材料との摺動面における含酸素有機化合物(C)の優れた摩擦低減効果が阻害されるおそれがある。

【0111】

更に、上記ジチオリン酸亜鉛は、特に限定されることなく、任意の従来方法を採用して製造することができる。具体的には、例えば、上記化学式(3)中のR₄、R₅、R₆及びR₇に対応する炭化水素基を有するアルコール又はフェノールを五硫化ニリンと反応させてジチオリン酸とし、これを酸化亜鉛で中和させることにより合成できる。なお、上記ジチオリン酸亜鉛の構造が異なるのは、使用する原料アルコール等によることは言うまでもない。

なお、他の摩耗防止剤又は極圧剤としては、ジスルフィド、硫化油脂、硫化オレフィン、炭素数2～20の炭化水素基を1～3個含有するリン酸エステル、チオリン酸エステル、亜リン酸エステル、チオ亜リン酸エステル及びこれらのアミン塩等が挙げられる。

【0112】

金属系清浄剤としては、潤滑油用の金属系清浄剤として通常用いられる任意の化合物が使用できる。例えば、アルカリ金属又はアルカリ土類金属のスルホネート、フェネート、サリシレート及びナフテネート等を単独で又は複数種を組合せて使用できる。ここで、上記アルカリ金属としてはナトリウム(Na)やカリウム(K)等、上記アルカリ土類金属としてはカルシウム(Ca)やマグネシウム(Mg)等が例示できる。また、具体的な好適例としては、Ca又はMgのスルフォネート、フェネート及びサリシレートが挙げられる。

なお、これら金属系清浄剤の全塩基価及び添加量は、要求される潤滑油の性能

に応じて任意に選択できる。通常は、過塩素酸法で $0 \sim 500 \text{ mg KOH/g}$ 、望ましくは $150 \sim 400 \text{ mg KOH/g}$ であり、その添加量は組成物全量基準で、通常 $0.1 \sim 10\%$ である。

【0113】

酸化防止剤としては、潤滑油用の酸化防止剤として通常用いられる任意の化合物を使用できる。例えば、4, 4-メチレンビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール) 及びオクチル-3-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオネート、オクチル-3-(3-メチル-5-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオネート等のフェノール系酸化防止剤、フェニル- α -ナフチルアミン、アルキルフェニル- α -ナフチルアミン及びアルキルジフェニルアミン等のアミン系酸化防止剤、並びにこれらの任意の組合せに係る混合物等が挙げられる。また、かかる酸化防止剤の添加量は、組成物全量基準で、通常 $0.01 \sim 5\%$ である。

【0114】

粘度指数向上剤としては、具体的には、各種メタクリル酸又はこれらの任意の組合せに係る共重合体やその水添物等のいわゆる非分散型粘度指数向上剤、及び更に窒素化合物を含む各種メタクリル酸エステルを共重合させたいわゆる分散型粘度指数向上剤等が例示できる。また、非分散型又は分散型エチレン- α -オレフィン共重合体 (α -オレフィンとしては、例えばプロピレン、1-ブテン、1-ペンテン等) 及びその水素化物、ポリイソブチレン及びその水添物、スチレン-ジエン水素化共重合体、スチレン-無水マレイン酸エステル共重合体、並びにポリアルキルスチレン等も例示できる。

これら粘度指数向上剤の分子量は、せん断安定性を考慮して選定することが必要である。具体的には、粘度指数向上剤の数平均分子量は、例えば分散型及び非分散型ポリメタクリレートでは $5000 \sim 1000000$ 、好ましくは $100000 \sim 800000$ がよく、ポリイソブチレン又はその水素化物では $800 \sim 5000$ 、エチレン- α -オレフィン共重合体及びその水素化物では $800 \sim 300000$ 、好ましくは $10000 \sim 200000$ がよい。また、かかる粘度指数向上剤は、単独で又は複数種を任意に組合せて含有させることができるが、通常

その含有量は、潤滑油組成物基準で 0.1～40.0%であることが望ましい。

【0115】

摩擦調整剤としては、脂肪族エステル系無灰摩擦調整剤、脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤、ホウ酸エステル、ジチオリン酸モリブデン、ジチオカルバミン酸モリブデン及び二硫化モリブデン等の金属系摩擦調整剤等が挙げられる。

また、上記防錆剤としては、アルキルベンゼンスルフォネート、ジノニルナフタレンスルフォネート、アルケニルコハク酸エステル、多価アルコールエステル等が挙げられる。

更に、上記非イオン系界面活性剤及び抗乳化剤としては、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル及びポリオキシエチレンアルキルナフチルエーテル等のポリアルキレングリコール系非イオン系界面活性剤等が挙げられる。

更にまた、上記金属不活性化剤としては、イミダゾリン、ピリミジン誘導体、チアジアゾール、ベンゾトリアゾール及びチアジアゾール等が挙げられる。

また、上記消泡剤としては、シリコーン、フルオロシリコーン及びフルオロアルキルエーテル等が挙げられる。

なお、これら添加剤を本発明に用いる潤滑油組成物に含有する場合は、その含有量は、組成物全量基準で、摩擦調整剤、防錆剤、及び抗乳化剤は 0.01～5%、並びに金属不活性化剤は 0.0005～1%の範囲から適宜選択できる。

【0116】

次に、本発明の摩擦低減方法について、詳細に説明する。

かかる摩擦低減方法は、ダイヤモンドライクカーボンを被覆して成る DLC コーティング摺動部材 (A) と、金属材料、非金属材料又はこれらの表面に薄膜を被覆して成るコーティング材料、及びこれらの任意の組み合わせに係る材料を用いた摺動部材 (B) とがなす摺動面を潤滑にするものであり、当該摺動面に分子内に酸素を有する含酸素有機化合物 (C) 又は当該含酸素有機化合物 (C) を含有する低摩擦剤組成物 (D) を供給することを特徴とする。これより、様々な摺動面の低摩擦特性を向上させうる。

【0117】

【実施例】

以下、本発明を実施例及び比較例により更に詳述するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0118】**(摺動部材)**

摺動部材の一例として、図1に示すようなピンオンディスク単体摩擦用の試験片を作製した。この単体試験片は3つのピンと円板（ディスク）からなり、以下の方法により得られた摺動部材を用いて作成したものである。

・ピン材料

S U J 2 熱処理材から所定のピン形状に研磨加工後、ラッピングテープを用いた研磨によってピンを様々な表面粗さ（ $R a 0.2 \mu m$ 以下）に仕上げた。

・円板材料

S U J 2 熱処理材、A C 2 A 材からなる円板形素材に、所定の時効硬貨処理後、ピンとの摺動表面を研磨によって、種々の表面粗さに仕上げた。

・表面処理

上記により仕上げられたピン材料又は円板材料の表面に、黒鉛をターゲットとしたP V D 処理又はC V D 処理によって以下①～③の材料を様々な膜厚となるようにコーティングした。コーティングされた表面は更にラッピングテープを用いた研磨によって様々な表面粗さ（ $R a 0.1 \mu m$ 以下）に仕上げた。

① a - C … (P V D 処理)

② D L C (a - C : H) … (C V D 処理)

③ C r N

これら摺動部材について表1に示す。

【0119】

【表 1】

各実施例、比較例の仕様と摩擦評価結果 -OH, -COOH
ピンオンディスク材料

実施例	ディスク		ピン		膜厚 μm		表面硬さ		表面粗さ $Ra \mu\text{m}$		試験油No. 使用潤滑油	摩擦係数
	基材	コーティング	基材	コーティング	ディスク	ピン	ディスクHv	ピンHv	ディスク	ピン		
実施例1	SUJ2熱処理材	a-C	SUJ2熱処理材	無し	1.1		1800	750	0.04	0.05	①	0.034
実施例2	SUJ2熱処理材	a-C	SUJ2熱処理材	a-C	1.1	1.1	1800	1850	0.04	0.03	①	0.029
実施例3	SUJ2熱処理材	DLC(a-C:H)	SUJ2熱処理材	無し	2		1650	750	0.03	0.03	①	0.055
実施例4	SUJ2熱処理材	DLC(a-C:H)	SUJ2熱処理材	DLC(a-C:H)	2	1.8	1650	1500	0.03	0.03	①	0.049
実施例5	AC2A	無し	SUJ2熱処理材	a-C		0.8	80	1550	0.05	0.02	①	0.048
実施例6	SUJ2熱処理材	a-C	SUJ2熱処理材	無し	1.5		2550	750	0.05	0.05	②	0.029
実施例7	SUJ2熱処理材	a-C	SUJ2熱処理材	無し	0.8		1850	750	0.05	0.05	③	0.055
実施例8	SUJ2熱処理材	a-C	SUJ2熱処理材	無し	0.5		1350	750	0.04	0.05	④	0.037
実施例9	SUJ2熱処理材	a-C	SUJ2熱処理材	無し	0.5		1350	750	0.04	0.05	⑤	0.040
実施例10	SUJ2熱処理材	a-C	SUJ2熱処理材	無し	1.1		1800	750	0.04	0.05	⑥	0.015
実施例11	SUJ2熱処理材	a-C	SUJ2熱処理材	無し	1.1		1800	750	0.04	0.05	⑥	0.04
比較例1	SUJ2熱処理材	a-C	SUJ2熱処理材	無し	1.1		1800	750	0.04	0.05	⑥	0.14
比較例2	SUJ2熱処理材	a-C	SUJ2熱処理材	無し	1.1		1800	750	0.04	0.05	⑦	0.098
比較例3	SUJ2熱処理材	PVD-CrN	SUJ2熱処理材	無し	2.0	1.1	1700	750	0.04	0.03	①	0.132
比較例4	SUJ2熱処理材	PVD-CrN	SUJ2熱処理材	無し	2.0	1.1	1700	750	0.04	0.03	②	0.148
参考例1	SUJ2熱処理材	PVD-CrN	SUJ2熱処理材	無し	2.0	1.1	1700	750	0.04	0.03	⑦	0.056

【0120】

(低摩擦剤組成物の調製)

・ 試料油①

潤滑油基油として1-デセンオリゴマー水素化物(100℃動粘度: 3.9 mm²/s、粘度指数: 124、全芳香族含有量: 0.0%)を用い、それに含酸素有機化合物としてオレイルアルコールを1.0%及びその他の添加剤13.0%(無灰系分散剤: ポリブテニルコハク酸イミド(窒素含有量: 1.2%))を5.0%、金属系清浄剤: カルシウムスルホネート(全塩基価: 300 mg KOH/g、カルシウム含有量: 12.0%)を0.5%及びカルシウムフェネート(全塩基価: 255 mg KOH/g、カルシウム含有量: 9.2%)を0.9%及び、粘度指数向上剤、酸化防止剤、極圧剤、防錆剤、抗乳化剤、非イオン系界面活性剤、金属不活性化剤、消泡剤等)配合し調製した。

・ 試料油②

その他の添加剤13.0%を配合しない以外は試料1と同様の操作を繰り返して調整した。

・ 試料油③

含酸素有機化合物としてオレイン酸を用いた以外は、試料1と同様の操作を繰り返して調整した。

・ 試料油④

含酸素有機化合物としてオレイルアルコール0.5%とオレイン酸0.5%を用いた以外は試料1と同様の操作を繰り返して調整した。

・ 試料油⑤

潤滑油基油として水素化分解鉱油(100℃動粘度: 5.0 mm²/s、粘度指数: 120、全芳香族含有量: 5.5%)を用い、含酸素有機化合物としてオレイン酸アミド1.0%を添加した以外は試料1と同様の操作を繰り返して調整した。

・ 試料油⑥

100℃における動粘度が10.2 mm²/sである市販エンジン油を用いた。

・ 試料油⑦

オレイン酸アミドの代わりにモリブデンジチオカーバメート 1.0% を添加すること以外は試料 5 と同様の操作を繰り返して調整した。

・ 試料油⑧

グリセリン (Glycerol Anhydrous: 1, 2, 3-Propanetriol, Fluka (シグマアルドリッチジャパン株式会社製)) を単独 (100%) で用いた。

・ 試料油⑨

トリメチロールプロパンと i-C8、n-C8、C10、C11 脂肪酸混合物とのトリエステル (KAOLUBE KSL-268) を単独 (100%) で用いた。

これら低摩擦剤組成物の組成とその試料性状を表 2 に示す。

【0121】

【表 2】

	試料油①	試料油②	試料油③	試料油④	試料油⑤	試料⑥ ⁸⁾	試料油⑦	試料油⑧	試料油⑨
合成油 ¹⁾	質量%	100	100	100	—	詳細不明	—	—	—
鉱油 ²⁾	質量%	—	—	—	100		100	—	—
オレイルアルコール ³⁾	質量%	1.00	1.00	—	—		—	—	—
オレイン酸 ⁴⁾	質量%	—	—	1.00	0.50		—	—	—
オレイルアミド ⁵⁾	質量%	—	—	—	0.50		—	—	—
モリブデン化合物 ⁶⁾	質量%	—	—	—	—		—	—	—
グリセリン ⁸⁾	質量%	—	—	—	1.00		1.00	—	—
トリメチロールプロパンエステル ¹⁰⁾	質量%	—	—	—	—		—	100	—
その他の添加剤 ⁷⁾	質量%	13.0	—	13.0	13.0		—	—	100
試料油性状							13.0	—	—
動粘度(100℃)	mm ² /s	10.2	3.9	10.2	10.3	10.2	10.3	未測定	5.3

1) PAO(ポリ α -オレフィン): 100℃動粘度: 3.9 mm²/s、粘度指数: 124、芳香族分: 0.0 質量%2) 水素化分解基油: 100℃動粘度: 5.0 mm²/s、粘度指数: 120、芳香族分: 5.5 質量%

3) オレイルアルコール

4) オレイン酸

5) オレイルアミド

6) モリブデンチンチオカーバマイト(Mo含有量 9.9 質量%)

7) その他の添加可能な添加剤として、無灰分散剤、粘度指数向上剤、酸化防止剤、極圧剤、防錆剤、抗乳化剤、非イオン系界面活性剤、金属不活性化剤、消泡剤を含む。

8) 市販SG鉱油

9) グリセリン(Fuka49767 Glycerol anhydrous: 1,2,3-Propanetriol)

10) トリメチロールプロパン(トリメチロールプロパン、iso-C8, n-C8, C10, 11 エステル)

【0122】

(実施例 1 ~ 11)

表 1 に示すように、それぞれの摺動部材を組合せ、更に表 1 に併記した各低摩擦剤組成物（上記試料油①~⑤，⑧，⑨）を用いて、低摩擦摺動機構を作製し、以下のピンオンディスク摩擦試験を実施した。この結果を合わせて表 1 に示す。

【0123】

[ピンオンディスク摩擦試験]

最大ヘルツ圧力	: 80 MPa
円板回転速度	: 30 rpm
オイル供給方法	: 油浴
供給オイル温度	: 80℃
試験時間	: 60 min

【0124】

(比較例 1 ~ 4)

実施例と同様に、それぞれの摺動部材を組合せ、更に表 1 に併記した各低摩擦剤組成物（上記試料油①，②，⑥，⑦）を用いて、低摩擦摺動機構を作製し、上記ピンオンディスク摩擦試験を実施した。この結果を合わせて表 1 に示す。

【0125】

表 1 より、実施例 1 ~ 11 で得られた基材と試料油の組み合わせは、いずれも優れた低摩擦係数を示すことがわかる。例えば、これらは、一般的なガソリンエンジンに使われている基材と試料油⑥の組合せを用いた比較例 1 に比べて、約 50 ~ 70 % の摩擦低減効果が得られた。

また、実施例 6 ~ 8 の結果から、低摩擦剤組成物中の水酸基が摩擦低減効果に優れることがわかる。

更に、実施例 10、11 の結果から、低摩擦剤組成物内の酸素含有率が高い化合物ほど摩擦低減効果に優れることがわかる。

なお、実施例 1 ~ 11 で得られた試験片は、試験後の表面形状に何ら問題はなく、耐磨耗性にも非常に優れ、安定した低摩擦特性を示していた。

【0126】

ここで、参考例 1 の試験片基材と低摩擦剤組成物の組み合わせは、一方に窒化

クロム処理を施した鋼材と、低摩擦剤組成物として鋼材料間の摺動面に最も有効であるとされる有機モリブデンを配合した組み合わせである。結果、摩擦係数は約 0.06 と低い値を示す。これは従来より、各方面にてそのメカニズムが検討されているのと同様、摺動面に二硫化モリブデン被膜が形成されることによる低摩擦化であると推測される。本発明ではこの低摩擦化がひとつの目安であり、先に述べた実施例における低摩擦特性は、非常に優れたものであることが分かる。

【0127】

また、比較例 1 の試験片基材と低摩擦剤組成物の組み合わせは、一般的な軸受け鋼とエンジン油である。結果、摩擦係数が 0.1 を超えてしまい摩擦特性に劣る。これは、本特許で示唆される低摩擦挙動を示す機構が十分に作用していないためと推定できる。

一方、比較例 2 は、一方にダイヤモンドライクカーボン処理を施した鋼材と試料油に有機モリブデン化合物を配合した組み合わせであるが、摩擦係数は約 0.1 と高く、実施例 2 ほどの効果が得られない。これは従来の鋼材料間の摺動面とは摩擦低減機構が異なるためと推測される。

更に、比較例 3 及び比較例 4 は、比較例 2 で用いた基材に窒化クロム処理を施した鋼材と、実施例で用いた試料油、即ち一方にダイヤモンドライクカーボン処理を施した鋼材に適用した場合に低摩擦効果が得られた試料油との組み合わせである。結果、摩擦係数は 0.1 を超える値を示した。これは本特許で示す金属材料と試料油とは異なる組み合わせであり、低摩擦化には至らないためと推測される。

【0128】

なお、参考例 1 の試験片基材と低摩擦剤組成物の組み合わせは、一方に窒化クロム処理を施した鋼材と、低摩擦剤組成物として従来の鋼材料間の摺動面に最も有効であった有機モリブデンを配合した試料油⑦との組み合わせである。結果、摩擦係数は約 0.05 と低い。これは従来よりそのメカニズムが検討されているのと同様、摺動面に二硫化モリブデン被膜が形成されることによる低摩擦化であると推測される。

【0129】

以上、本発明の実施例及び比較例により詳細に説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の要旨内であれば種々の変形が可能である。

例えば、産業機械に使われている歯車摺動部材等に用いることもできる。

【0130】

【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明によれば、少なくとも一方がDLC材料である摺動部材と特定の化合物の組合せを採用することとしたため、様々な用途下で存在する摺動面に極めて優れた低摩擦特性を発揮でき、特に、従来の鋼材料と有機Mo化合物との組合せより更に優れた低摩擦特性を有する低摩擦摺動機構、低摩擦剤組成物及び摩擦低減方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

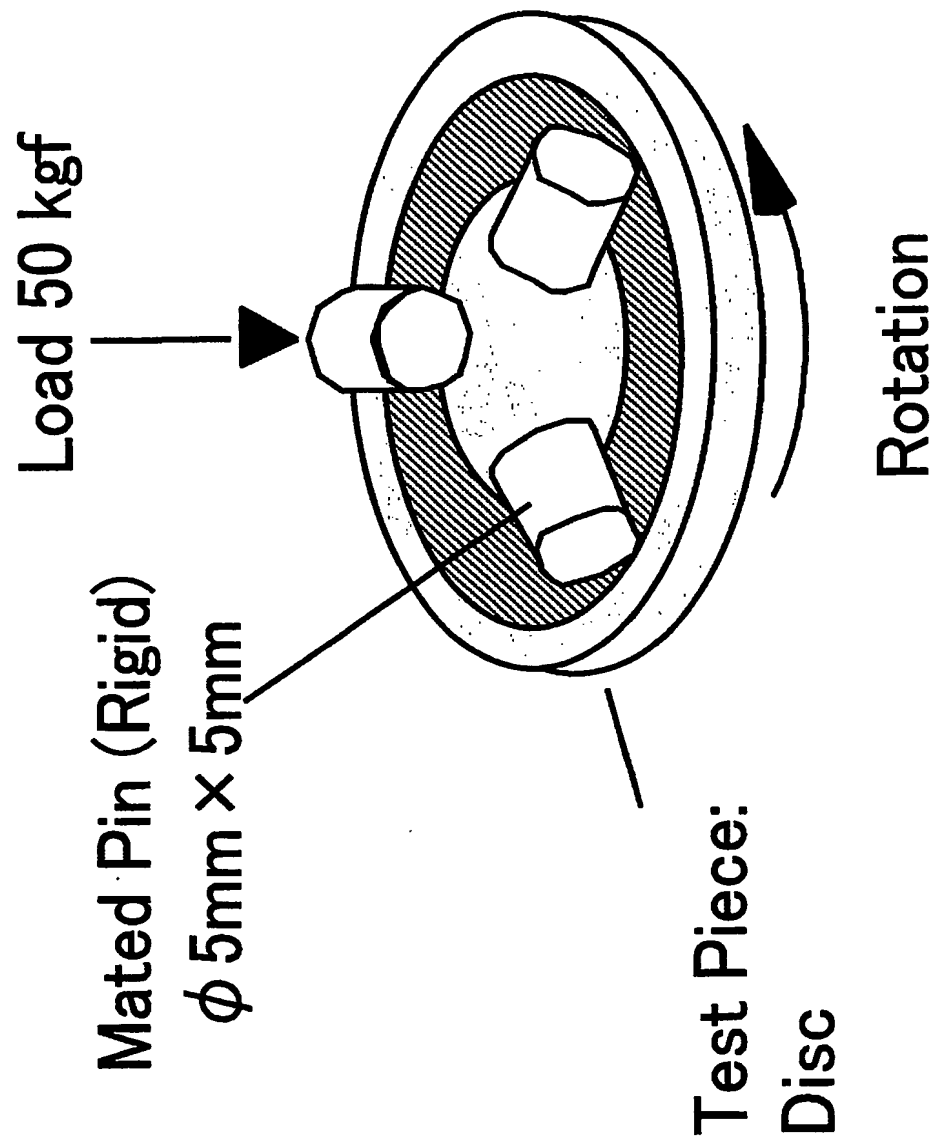
【図1】

ピンオンディスク摩擦試験の一例を示す概略図である。

【書類名】

図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 様々な用途下で存在する摺動面に極めて優れた低摩擦特性を発揮でき、特に、従来の鋼材料と有機Mo化合物との組合せより更に優れた低摩擦特性を有する低摩擦摺動機構、低摩擦剤組成物及び摩擦低減方法を提供すること。

【解決手段】 DLCコーティング摺動部材（A）と摺動部材（B）とがなす摺動面に、含酸素有機化合物（C）又は低摩擦剤組成物（D）を介在させた低摩擦摺動機構である。

低摩擦摺動機構に用いられ、含酸素有機化合物を含有する低摩擦剤組成物である。

上記低摩擦摺動機構を有する摺動面の摩擦低減方法である。

DLCコーティング摺動部材（A）と摺動部材（B）とがなす摺動面に、含酸素有機化合物（C）又は当該含酸素有機化合物（C）を含有する低摩擦剤組成（D）を供給し、潤滑にする摩擦低減方法である。

【選択図】 なし

【書類名】 手続補正書
【整理番号】 NM03-00056
【提出日】 平成15年 8月25日
【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2003-208264

【補正をする者】

【識別番号】 000003997
【氏名又は名称】 日産自動車株式会社
【代表者】 カルロス ゴーン

【補正をする者】

【住所又は居所】 フランス国 6 9 3 8 0 シャゼ ダデルグユ ルー
クロ シャプユイ 2 1

【住所又は居所原語表記】 21 rue clos chapuis 69380 Chazay d'azergue
s France

【氏名又は名称】 ジャン ミシェル マルタン

【氏名又は名称原語表記】 Jean Michel Martin

【国籍】 フランス

【補正をする者】

【識別番号】 000004444
【氏名又は名称】 新日本石油株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102141
【弁理士】
【氏名又は名称】 的場 基憲
【電話番号】 03-5840-7091

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 特許出願人

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代表者】 カルロス ゴーン

【特許出願人】

【住所又は居所】 フランス国 6 9 3 8 0 シャゼ ダデルグユ ルー
クロ シャプユイ 2 1【住所又は居所原語表記】 21 rue clos chapuis 69380 Chazay d'azergue
s France

【氏名又は名称】 ジャン ミシェル マルタン

【氏名又は名称原語表記】 Jean Michel Martin

【国籍】 フランス

【特許出願人】

【識別番号】 000004444

【氏名又は名称】 新日本石油株式会社

【その他】 出願人の順位変更で記載内容に変更なし。

【ブルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-208264
受付番号	50301392424
書類名	手続補正書
担当官	関 浩次 7475
作成日	平成15年 9月 1日

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】

【識別番号】

000003997

【住所又は居所】

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

【氏名又は名称】

日産自動車株式会社

【補正をする者】

【識別番号】

503302849

【住所又は居所】

フランス国 69380 シャゼ ダデルグユ
ルー クロ シャプユイ 21

【氏名又は名称】

ジャン ミシェル マルタン

【補正をする者】

【識別番号】

000004444

【住所又は居所】

東京都港区西新橋1丁目3番12号

【氏名又は名称】

新日本石油株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100102141

【住所又は居所】

東京都文京区本郷1-30-17 M・Rビル
3階 的場国際特許事務所

【氏名又は名称】

的場 基憲

【書類名】 出願人名義変更届
【整理番号】 NM03-00056
【提出日】 平成16年 8月 5日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
【出願番号】 特願2003-208264
【承継人】
【識別番号】 000003997
【氏名又は名称】 日産自動車株式会社
【代表者】 カルロス ゴーン
【承継人】
【識別番号】 000004444
【氏名又は名称】 新日本石油株式会社
【承継人代理人】
【識別番号】 100102141
【弁理士】
【氏名又は名称】 的場 基憲
【電話番号】 03-5840-7091
【譲渡人】
【識別番号】 503302849
【氏名又は名称】 ジャン ミシェル マルタン
【譲渡人代理人】
【識別番号】 100102141
【弁理士】
【氏名又は名称】 的場 基憲
【電話番号】 03-5840-7091
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 061067
【納付金額】 4,200円
【提出物件の目録】
【包括委任状番号】 9810101
【物件名】 委任状 2
【援用の表示】 新日本石油株式会社及びジャン ミシェル マルタンについては、平成15年11月10日提出の手續補正書に添付した委任状を援用する。

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-208264
受付番号	50401320902
書類名	出願人名義変更届
担当官	鈴木 夏生 6890
作成日	平成 16 年 9 月 27 日

<認定情報・付加情報>

【承継人】

【識別番号】	000003997
【住所又は居所】	神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地
【氏名又は名称】	日産自動車株式会社

【承継人】

【識別番号】	000004444
【住所又は居所】	東京都港区西新橋 1 丁目 3 番 12 号
【氏名又は名称】	新日本石油株式会社

【承継人代理人】

申請人	
【識別番号】	100102141
【住所又は居所】	東京都文京区本郷 1-30-17 M・Rビル 3 階 的場国際特許事務所
【氏名又は名称】	的場 基憲

【譲渡人】

【識別番号】	503302849
【住所又は居所】	フランス国 69380 シャゼ ダデルグユ ルー クロ シャプユイ 21
【氏名又は名称】	ジャン ミシェル マルタン

【譲渡人代理人】

100102141	
【住所又は居所】	東京都文京区本郷 1-30-17 M・Rビル 3 階 的場国際特許事務所
【氏名又は名称】	的場 基憲

特願 2 0 0 3 - 2 0 8 2 6 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 4 4 4]

1. 変更年月日	2 0 0 2 年 6 月 2 8 日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都港区西新橋 1 丁目 3 番 1 2 号
氏 名	新日本石油株式会社

特願 2 0 0 3 - 2 0 8 2 6 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 9 9 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社

特願 2 0 0 3 - 2 0 8 2 6 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 3 3 0 2 8 4 9]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 8 月 2 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

フランス国 6 9 3 8 0 シャゼ ダアルグユ ルー クロ

シャプユイ 2 1

氏 名

ジャン ミシエル マルタン